

Päästöoikeusyksiköiden tarve ja tarjonta Euroopan unionin päästöoikeuskaupassa 2008–2020

Elina Marjamaa
Helsingin yliopisto
Taloustieteen laitos
Ympäristöekonomia
Pro gradu -tutkielma
Toukokuu 2012

HELSINGIN YLIOPISTO

Tiedekunta/Osasto		Laitos	
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Taloustieteen laitos	
Tekijä			
Elina Marjamaa			
Työn nimi			
Päästöoikeusyksiköiden tarve ja tarjonta Euroopan unionin päästöoikeuskaupassa 2008–2020			
Oppiaine			
Ympäristöekonomia			
Työn laji	Aika	Sivumäärä	
Pro gradu -tutkielma	toukokuu 2012	142 + liitteet	
Tiivistelmä			
<p>Tutkielman tavoitteena on arvioida päästöoikeusyksiköiden tulevaa tarvetta ja tarjontaa sekä näiden tasapainoa EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2008–2020. Päästöoikeusyksiköiden tarve syntyy yritysten luontoon laskemasta päästömäärästä. Tutkielmassa simuloidaan tulevaa päästökäytystä EU:n päästöoikeuskaupassa hyödyntäen Aatolan, Ollikaisen ja Ollikan kehittämää päästöjen ennustamisen estimointimallia. Tutkielmassa tarkastellaan kahden skenaarion avulla, kuinka erilaiset odotukset talouden, sähköntuotannon, fossiilisten polttoaineiden käytön ja teollisuuden kasvusta vaikuttavat kokonaispäästöjen kautta päästöoikeusyksiköiden tarpeeseen ja sitä kautta myös päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoon.</p> <p>EU:n päästöoikeuskaupan tulevan päästökäytön estimoinnin perusteella tehdään päätelmiä päästöoikeuskaupparakennan ylijäämäisyydestä. Tarkasteluun otetaan mukaan erilaisia poliittisia tekijöitä ja katsotaan, kuinka ne vaikuttavat päästöoikeuskaupparakennan ylijäämään. Tutkielmassa tarkastellaan muun muassa Euroopan komission suunnitteleman mahdollisen 1,4 miljardin tai vaihtoehtoisen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön mitätöinnin eli set aside -päätöksen ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutuksia EU:n päästöoikeuskaupparakennaan.</p> <p>Tulokset osoittavat, että EU:n päästöoikeuskaupparakenna on suuresti ylijäämäinen. Kun päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskaupparakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus, odotettuun talouskasvuun perustuvan skenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskaupparakauden ylijäämästä on 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Taantuvan talouskasvuun perustuvan skenaarion vastaava arvio on 2957,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Tuloksista käy ilmi, että Euroopan komission suunnitteleman päästöoikeusyksiköiden set aside -määrän tulisi olla riittävän suuri, jotta sillä olisi päästöoikeuskaupparakennaan merkittävä vaikutus.</p>			
Avainsanat			
EU:n päästöoikeuskauppa, päästöennuste, päästöoikeusyksiköiden tarve, poliittisten päätösten vaikutus, ylijäämä, päästöoikeusyksiköiden mitätöinti, energiatehokkuusdirektiivi			
Säilytyspaikka			
Viikin tiedekirjasto, Viikinkaari 11 A, 00014 Helsingin yliopisto			
Muita tietoja			

UNIVERSITY OF HELSINKI

Faculty		Department	
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Economics and Management	
Author			
Elina Marjamaa			
Title			
Allowance demand and supply in the European Union Emissions Trading Scheme during 2008-2020			
Subject			
Environmental Economics			
Level	Month and year	Number of pages	
Master's thesis	May 2012	142 + appendices	
Abstract			
<p>The objective of this thesis is to estimate future emission allowance demand and supply and their balance in the European Union Emissions Trading Scheme during 2008-2020. The demand for European Union Emission Allowances, EUAs, originates from total emissions emitted by companies. An emission forecasting model by Aatola, Ollikka and Ollikainen is used to estimate the development of emissions in the future. Two different economic growth scenarios are used to study how different expectations of future economic growth, electricity production, fossil fuel use and industry's production growth affect total future emissions and thus the demand of emission allowances and the balance of emission allowance demand and supply.</p> <p>After estimating development of future emissions, some conclusions about carbon market oversupply are made. I also study the effect of certain political factors on the oversupply. For example, I analyze how the European Commission's planned set aside of 1,4 billion or alternatively 700 million emission allowances and the energy efficiency directive reform would affect the carbon market.</p> <p>The main result of this study is that the European Union carbon market is greatly oversupplied. If the impacts of additionally allocated allowances, emission reduction units, early third trading period auctions, NER300 auctions and the energy efficiency directive reform on allowance supply are taken into account, the first scenario, based on expected economic growth, estimates that the third emissions trading period is oversupplied by 2684,9 million emission allowances. The second scenario, based on recessive economic growth, estimates that the third emissions trading period is oversupplied by 2957,8 million emission allowances. These results show that the European Commission's possible set aside should be substantial in order to have a significant effect on the carbon market.</p>			
Keywords			
European union emission trading scheme, emission estimate, demand for emission allowances, the effect of political decisions, oversupply, set aside, energy efficiency directive			
Where deposited			
Viikki Science Library, Viikinkaari 11 A, 00014 Helsingin yliopisto			
Further information			

Lyhenteet ja käsitteet

aikaiset huutokaupat	Kolmannen päästöoikeuskaupakauden 120 miljoonan päästöoikeusyksikön huutokaupat, jotka on tarkoitus huutokaupata toisella päästöoikeuskaupakaudella.
allokoidut	
päästöoikeusyksiköt	päästöoikeusyksiköiden käyttökiintiö
banking	päästöoikeusyksiköiden siirtäminen seuraavalle päästöoikeuskaupakaudelle esimerkiksi toiselta päästöoikeuskaupakaudelta kolmannelle päästöoikeuskaupakaudelle
borrowing	päästöoikeusyksiköiden lainaaminen tulevalta vuodelta
CDM	puhtaan kehityksen mekanismin hanke kehitysmaassa (engl. Clean Development Mechanism)
CER	sertifioitu päästövähennysyksikkö t CO_2 (engl. Certified Emission Reductions, CER)
CITL-rekisteri	EU:n laajuinen päästöoikeuskaupparekisteri (engl. Community Independent Transaction Log, CITL)
energiatohokkuusdirektiivi	direktiivi, jolla Euroopan komissio määrää energiatohokkuuden parantamisesta

1. päästöoikeuskauppa	niin kutsuttu harjoittelupäästöoikeuskauppa, joka kattoi vuodet 2005–2007
ERU	päästövähennysyksikkö t CO_2 (engl. Emission Reduction Unit, ERU)
ET-ETS	EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmä (engl. European Union Emission Trading Scheme, EU-ETS)
EU-10	Euroopan unionin jäsenvaltiot: Kypros, Tšekki, Viro, Unkari, Latvia, Liettua, Malta, Puola, Slovakia, Slovenia.
EU-15	Euroopan unionin jäsenvaltiot: Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Irlanti, Italia, Luxemburg, Alankomaat, Portugali, Espanja, Ruotsi ja Iso-Britannia.
EU-25	Euroopan unionin jäsenvaltiot: Itävalta, Belgia, Kypros, Tšekki, Tanska, Viro, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Unkari, Irlanti, Italia, Latvia, Liettua, Luxemburg, Malta, Alankomaat, Puola, Portugali, Slovakia, Slovenia, Espanja, Ruotsi ja Iso-Britannia. EU-25 on EU-15 laajennettuna EU10-jäsenvaltioilla.
EU-27	Euroopan unionin jäsenvaltiot: Itävalta, Belgia, Bulgaria, Kypros, Tšekki, Tanska, Viro, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Unkari, Irlanti, Italia, Latvia, Liettua, Luxemburg, Malta, Alankomaat, Puola, Portugali, Romania, Slovakia, Slovenia, Espanja, Ruotsi ja Iso-Britannia. EU-27 on EU-25 vähennettynä Bulgarialla ja Romanialla.

EU-30	EU-27 sekä Norja, Islanti ja Liechtenstein
EUA	päästöoikeusyksikkö t CO_2 (engl. European Union Emission Allowance, EUA)
EUAA	Lentoliikenteen oma päästöoikeusyksikkö (engl. European Union Aviation Allowance, EUAA) t CO_2 , joita vain lentoyhtiöt saavat käyttää hyvitykseksi päästöjään vastaavasti.
EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäätöt	päästöoikeusyksiköiden käyttötarve t CO_2
EU:n sisäinen taajanjakosopimus	EU-15 -alueen Kioton pöytäkirjan mukainen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisvelvoite on 8 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuosien 2008–2012 aikana. EU on jakanut kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisvelvoitteen 2008–2012 jäsenmaidensa kesken sopimalla Euroopan unionin sisäisestä taakanjaosta (engl. burden sharing agreement, BSA). EU-27 -alue on sopinut myös uudesta taakanjaosta vuosille 2013–2020 jäsenmaidensa kesken Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksellä 406/2009/EY.
EUTL-rekisteri	unionin päästöoikeuskaupparekisteri (engl. European Union Transaction Log, EUTL)
hankeyksikkö	CER- tai ERU-yksikkö

hiilidioksidiekvivalenttitonni	Kasvihuonekaasupäästöt muutetaan yhteismitallisiksi hiilidioksidipäästöjen kanssa eli hiilidioksidiekvivalenttioneiksi kunkin kasvihuonekaasun suhteelliseen vaarallisuuteen perustuvan ilmaston lämmityspotentiaalilla. Muun muassa EUA-, CER-, ERU- ja EUAA-yksiköt vastaavat yhtä hiilidioksidiekvivalenttitonnia kasvihuonekaasupäästöjä.
hiilivuoto	energiaintensiivisen teollisuuden siirtyminen ulkomaille löyhemmän ympäristölainsäädännön piiriin
JI	yhteistoteutuksen hanke (engl. Joint Implementation)
Kioton pöytäkirja	Ilmastonmuutosta koskevaa puitesopimusta täydennettiin vuonna 1997 Kioton pöytäkirjalla (engl. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change). Kioton pöytäkirjassa asetettiin 39 teollisuus- ja siirtymätalousmaalle eli niin sanotuille Annex B -maille laillisesti sitovia kasvihuonekaasupäästöjen vähennysvelvoitteita. Kioton pöytäkirja velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 5,2 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuosien 2008–2012 aikana.
kuuma ilma	itäeurooppalaisten maiden ylijäämäiset päästöoikeusyksiköt
3. päästöoikeuskauppauskausi	Post-Kioto-päästöoikeuskauppauskausi, joka kattaa vuodet 2013–2020

LDC	vähiten kehittyneet maat (engl. Least Developed Countries, LDC)
MCC	rajapuhdistuskustannusfunktio (engl. Marginal Control Cost, MCC)
NER300-huutokaupat	Uusille toimijoille varattavien 300 miljoonan kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksikön huutokaupat, jotka alkoivat joulukuussa 2011 Euroopan investointipankin kautta. 300 miljoonaa päästöoikeusyksikköä on tarkoitus huutokaupata ennen vuoden 2013 alkua.
päästöjen ennustamisen estimointimalli	simulointimalli, joka avulla teen arvioni EU:n päästöoikeuskaupan tulevista päästöistä
päästökauppadirektiivi	direktiivi, jolla Euroopan komissio määrää päästöoikeuskaupan pelisäännöistä
päästökiintiö	Vastaa allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrää. Suurin sallittu päästömäärä, jonka markkinatoimija saa laskea luontoon ilman, että ostaa lisää päästöoikeusyksiköitä markkinoilta.
Päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä	allokoitujen päästöoikeusyksiköiden eli markkinatarjonnan ja kokonaispäästöjen eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeen erotus laskettuna yhteen päästöoikeuskauppakauden kaikilta vuosilta

Päästöoikeuskauppakauden

ylijäämä allokoitujen päästöoikeusyksiköiden eli markkinatarjonnan ja kokonaispäästöjen eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeen erotus

päästöoikeusyksiköiden käyttötarve luontoon laskettu päästömäärä t CO_2

päästövähennysyksikkö ERU-yksikkö yhteistoteutuksen hankkeesta

sertifioitu päästövähennysyksikkö CER-yksikkö puhtaan kehityksen mekanismin hankkeesta kehitysmaassa

set aside -päätös Euroopan komission suunnittelema päästöoikeusyksiköiden mitätöinti joko väliaikaisesti tai lopullisesti kolmannelta päästöoikeuskauppaudelta

2. päästöoikeuskauppausi Kioto-päästöoikeuskauppausi, joka kattaa vuodet 2008–2012

UNFCCC Rio de Janeirossa 1992 allekirjoitettu YK:n ilmastonmuutoksen puitesopimus (engl. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)

yrityksen voiton

maksimointiongelma yrityksen optimaalinen reaktio päästöoikeuskauppaan, joka maksimoi yrityksen voiton valitun tuotantomäärän ja päästöjen puhdistusmäärän suhteen

Kuvaajat

Kuva 2.1.	Rajapuhdistuskustannusfunktio MCC
Kuva 2.2.	Päästöoikeusyksiköiden tulot ja kustannukset
Kuva 2.3.	Päästöoikeuskaupan markkinakysyntä, -tarjonta ja -tasapaino
Kuva 2.4.	Päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän vaikutus markkinatasapainoon
Kuva 2.5.	Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan vaikutus markkinatasapainoon
Kuva 3.1.	EUA-futuureiden hintakehitys
Kuva 3.2.	CER-futuureiden hintakehitys
Kuva 3.3.	EUA-futuurin hintaan vaikuttavia tekijöitä
Kuva 4.1.	Sähkön tuotannon keskiarvoinen fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne EU:n päästöoikeuskaupan piirissä vuosina 2005–2011
Kuva 4.2.	Sektorikohtaiset myönnetyt päästöoikeusyksiköt EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005–2011
Kuva 4.3.	Sektorikohtaiset todennetut kokonaispäästöt EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005–2011
Kuva 4.4.	Sähkön tuotanto ja fossiilisten polttoaineiden käyttö EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005–2011
Kuva 5.1.	Sektorikohtainen päästöoikeusyksiköiden ylijäämä vuosina 2005–2011

Taulukot

Taulukko 4.1.	Lauhdevoimalan sähköntuotannon hyötysuhteet α
Taulukko 4.2.	Polttoaineiden ominaispäästökertoimet β ja päästöjen ja sähköntuotannon välisen kertoimet γ
Taulukko 4.3.	Sähköntuotantodatan lähteet maittain
Taulukko 4.4.	Talouskasvuskenaariot
Taulukko 5.1.	Ensimmäisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämä
Taulukko 5.2.	Arvio toisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä
Taulukko 5.3.	Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti
Taulukko 5.4.	Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaarion mukaisesti
Taulukko 5.5.	Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu
Taulukko 5.6.	Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu
Taulukko 5.7.	Arvio toisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat ja NER300 -huutokaupat otetaan mukaan tarkasteluun

- Taulukko 5.8. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetulla skenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päättös otetaan mukaan tarkasteluun
- Taulukko 5.9. Energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutus odotetun skenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaan ylijäämään ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päättöstä
- Taulukko 5.10. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päättös otetaan mukaan tarkasteluun
- Taulukko 5.11. Energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutus taantumaskenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaan ylijäämään
- Taulukko 5.12. Yhteenveto kauppakausien kumuloituvista ylijäämistä

Sisällys

<i>Lyhenteet ja käsitteet</i>	<i>i</i>
<i>Kuvaajat</i>	<i>vii</i>
<i>Taulukot</i>	<i>viii</i>
1. JOHDANTO	1
1.1. TUTKIMUKSEN TAUSTAA	1
1.2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKOHTEN MÄÄRITTELY	5
1.3. TUTKIMUKSEN RAKENNE	6
2. PÄÄSTÖOIKEUSKAUPPA.....	7
2.1. PÄÄSTÖOIKEUSKAUPAN SYNTYMINEN.....	7
2.2. YRITYKSEN VOITON MAKSIMOINTIONGELMA	10
2.2.1. <i>Komparatiivinen statiikka - tuotanto ja puhdistus</i>	20
2.2.2. <i>Komparatiivinen statiikka – luontoon laskettava päästö määrä</i>	24
2.3. PÄÄSTÖOIKEUSKAUPAN MARKKINATASAPAINO	27
3. EUROOPAN UNIONIN PÄÄSTÖOIKEUSKAUPPA.....	35
3.1. KAUPATTAVAT PÄÄSTÖOIKEUSYKSIKÖT	35
3.2. PÄÄSTÖOIKEUSYKSIKÖIDEN HINNAT	40
3.3. PÄÄSTÖOIKEUSYKSIKÖIDEN ALKUJAKO JA HUUTOKAUPPA.....	44
3.4. PÄÄTÖKSENTEKO JA VALVONTA	50
3.5. PÄÄSTÖOIKEUSYKSIKÖIDEN MARKKINAKYNTÄÄN VAIKUTTAVAT MUUTTUJAT	52
3.6. PÄÄSTÖOIKEUSYKSIKÖIDEN MARKKINATARJONTAAN VAIKUTTAVAT MUUTTUJAT	56
4. TUTKIMUKSEN PUITTEET	61
4.1. PÄÄSTÖMÄÄRÄN ENNUSTAMISEN ESTIMOINTIMALLI	61
4.2. SÄHKÖNTUOTANTO- JA PÄÄSTÖTIEAINEISTO	64
4.3. TALOUSKASVUSKENAARIOT	72
5. TULOKSET	76
5.1. ARVIO PÄÄSTÖOIKEUSKAUPPAKAUSILLE 1 JA 2.....	76
5.2. ENNUSTE PÄÄSTÖOIKEUSKAUPPAMARKKINAN TULEVISTA PÄÄSTÖISTÄ, TARJONNASTA JA NIIDEN TASAPAINOSTA	81
5.3. HERKKYYSANALYYSI: KAUPPAJÄRJESTELMÄN TOIMINTAA KOSKEVIEN POLIITTISTEN PÄÄTÖSTEN VAIKUTUS	89
5.4. YHTEENVETO KAUPPAKAUSIEN KUMULOITUVISTA YLIJÄÄMISTÄ.....	115
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KESKUSTELU.....	118
LÄHTEET	127
LIITTEET.....	143

1. Johdanto

1.1. Tutkimuksen taustaa

Ilmaston lämpeneminen on yksi aikakautemme suurimmista haasteista. Tiedepiireissä on laajasti tunnustettu ihmisen aiheuttama ilmaston lämpeneminen todellisuudeksi, jota ei voida enää paeta. Ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi on esitetty erilaisia keinoja ja solmittu kansallisia ja kansainvälisiä sopimuksia ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi. Vuonna 1992 solmittiin Rio de Janeirossa Yhdistyneiden kansakuntien ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus (engl. *United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*), joka tuli voimaan vuonna 1994 (United Nations 1992). Ilmastonmuutosta koskevaa puitesopimusta täydennettiin vuonna 1997 Kioton pöytäkirjalla (engl. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*). Kioton pöytäkirjassa asetettiin 39 teollisuus- ja siirtymätalousmaalle¹ eli niin sanotuille Annex B -maille laillisesti sitovia kasvihuonekaasupäästöjen² vähennysvelvoitteita. Kioton pöytäkirja velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 5,2 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuosien 2008–2012 aikana. Kehittyneet maat voivat täydentää Kioton pöytäkirjan mukaista päästövähennysvelvoitetta pöytäkirjassa mainituilla hankemekanismeilla, jotka ovat kansainvälinen päästöoikeuskauppa (engl. *International Emissions Trading, IET*), puhtaan kehityksen mekanismi (engl. *Clean Development Mechanism, CDM*) ja yhteistoteutus (engl. *Joint Implementation, JI*). (UNFCCC 1997.)

Euroopan unionin (EU-15) Kioton pöytäkirjan mukainen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisvelvoite on 8 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuosien 2008–2012 aikana

¹ Euroopan yhteisön alue on yksi allekirjoittajista.

² Kioton pöytäkirjaan kuuluvat kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi (CO_2), metaani (CH_4), dityppioksidi (N_2O), F-kaasut eli fluorihilivedyt (HFC-yhdisteet), perfluorihilivedyt (PFC-yhdisteet) ja rikkiheksafluoridi (SF_6).

(YM 2007, 10). EU-27-maiden itselleen asettama kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoite on 20 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuoteen 2020 mennessä. EU:ssa on myös esitetty kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteen kiristämistä 30 ja 25 prosenttiin vuoden 1990 päästötasosta tietyillä ehdoilla. (Euroopan komissio 2010b, 2.) EU on jakanut vuosien 2008–2012 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisvelvoitteensa jäsenmaidensa kesken sopimalla EU:n sisäisestä taakanjaosta (engl. *burden sharing agreement, BSA*). Jotkut jäsenmaat vähentävät päästöjään, kun taas joillakin jäsenmailla on oikeus lisätä päästöjään vertailuvuoden tasolta (YM 2007, 10). EU on sopinut taakanjaosta myös vuosille 2013–2020 (Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös 406/2009/EY).

EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmän (engl. *European Union Emission Trading Scheme, EU-ETS*) syntyminen ei ollut itsestäänselvyys. EU:n päästöoikeuskaupan kehitys lähti liikkeelle Euroopan komission kahdesta epäonnistumisesta. Ensimmäisen epäonnistumisen Euroopan komissio koki, kun sen vuonna 1992 ehdottama EU:n laajuinen hiilidioksidivero kaatui joidenkin jäsenmaiden voimakkaaseen vastustukseen. EU:n laajuisissa verotuspäätöksissä olisi vaadittu kaikkien jäsenmaiden hyväksyntä, jotta ehdotus olisi voinut edetä lainsäädäntöön asti. Toisen epäonnistumisen Euroopan komissio koki vuonna 1997, kun sen vastustuksesta huolimatta päästöoikeuskauppa hyväksyttiin Kioton pöytäkirjan joustomekanismiksi. Euroopan komissio huomasi, että sen tulisi ottaa käyttöön toisenlainen ohjauskeino, jos se haluaisi saada ohjauskeinon ajettua EU:ssa lainsäädäntöön asti. Hiilidioksidiveroajatukselta oli pakko luopua, koska olisi ollut lähes mahdotonta saada verotuspäätöksessä kaikkien jäsenmaiden yksimielisyys. EU päätti kääntää kelkkansa ja päästöoikeuskaupan uskollisesta vastustajasta tuli päästöoikeuskaupan puolestapuhuja vuonna 2001, kun Euroopan komissio ehdotti EU:n laajuisen päästöoikeuskauppajärjestelmän luomista. (Convery 2009, 391–393.) Ehdotettu päästökauppadirektiivi 2003/87/EY hyväksyttiin virallisesti vuonna 2003 ja EU:n päästöoikeuskauppa alkoi vuonna 2005 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisvelvoitteen saavuttamiseksi. EU:n päästöoikeuskauppasektorin päästövähentämistavoite on 21 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. (Hanley, Shogren & White 2007, 154–155.)

EU:n päästöoikeuskauppa on mittavin ja haasteellisin päästöoikeuskauppajärjestelmä, joka on koskaan otettu käyttöön. EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmän arvo oli 76,5 miljardia euroa vuonna 2011 (Thomson Reuters & Point Carbon 2012a, 1). Päästöoikeuskauppa on EU:n tärkein mekanismi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. (IEA 2010, 20.) EU:n päästöoikeuskaupan piiriin kuuluu tammikuun 2011 lopussa yhteensä 30 maata: 27 Euroopan unionin jäsenmaata sekä Norja, Islanti ja Liechtenstein Euroopan talousalueen sopimuksen (engl. *European Economic Area Agreement*) mukaisesti. Kun EU:n päästöoikeuskauppa alkoi vuonna 2005, sen piiriin kuuluivat EU-25-maat. Bulgaria ja Romania liittyivät EU:n jäseniksi vuonna 2007 ja samalla maat tulivat EU:n päästöoikeuskaupan piiriin (European Environment Agency 2008, 15). Norja, Islanti ja Liechtenstein liittyivät EU:n päästöoikeuskauppaan vuonna 2008. Kroatia on liittymässä mukaan EU:n päästöoikeuskauppaan vuonna 2013 (Thomson Reuters & Point Carbon 2012f, 1). Carbon Market Datan mukaan EU:n päästöoikeuskauppa kattaa 12691 sähköntuotanto- ja teollisuuslaitosta toukokuussa 2011. Suomessa päästöoikeuskauppaan kuuluvia laitoksia on 658. (Carbon Market Data 2011.) EU:n päästöoikeuskauppa kattaa lähes puolet EU:n hiilidioksidipäästöistä ja noin 40 prosenttia kaikista kasvihuonekaasupäästöistä (Euroopan komissio 2011a). EU:n päästöoikeuskauppa koskee hiilidioksidipäästöjä yli 20 megawatin sähköntuotantolaitoksista, polttolaitoksista, öljynjalostamoista, rauta- ja terästeollisuudesta sekä sementti-, lasi-, kalkki-, tiili-, keramiikka-, selluloosa-, paperi- ja kartonkitehtaista. Jotkin jäsenmaat, kuten Suomi, ovat ottaneet myös alle 20 megawatin höyrykattilat mukaan EU:n päästöoikeuskauppaan niin sanottuina opt-in-laitoksina, jos ne ovat yhteydessä kaukolämpöverkkoon, jossa on yli 20 megawatin höyrykattiloita (Laurikka & Koljonen 2006, 1068). Typpioksiduulipäästöt joistakin tietyistä tuotantoprosesseista ovat myös EU:n päästöoikeuskaupan piirissä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY, 84–86.) Lentoliikenne tuli mukaan EU:n päästöoikeuskauppaan vuonna 2012 (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/101/EY). EU:n päästöoikeuskauppa laajenee vuonna 2013 koskemaan petrokemiallisia päästöjä, ammoniakki-, alumiiniteollisuutta sekä joitain muita kaasuja (Euroopan komissio 2011a).

EU:n päästöoikeuskauppa jaetaan päästöoikeuskauppakausiin: ensimmäinen niin kutsuttu harjoittelupäästöoikeuskauppakausi 2005–2007, toinen niin kutsuttu Kioto-päästöoikeuskauppakausi 2008–2012 ja kolmas niin kutsuttu Post-Kioto-päästöoikeuskauppakausi 2013–2020 (Ellerman, Convery & de Perthus 2010, 5-6). EU on riippumatta Kioton pöytäkirjan ensimmäisen velvoitekauden jälkeisen ilmastopöytäkirjan osallistujien vähentymisestä ja kansainvälisen ilmastopöytäkirjan allekirjoittamiseen liittyvistä epävarmuuksista huolimatta sitoutunut kolmanteen päästöoikeuskauppakautteen (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY). Euroopan komissio on puhunut jo neljännessä päästöoikeuskauppakaudesta vuosille 2021–2028, joten EU on hyvin sitoutunut kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen pitkällä tähtäimellä (Euroopan talous- ja sosiaalikomitea 2009, 68). Päästöoikeuskauppamarkkinan toiminnan kannalta pitkät tähtäimet suunnitelmat ovat tärkeitä, jotta markkinatoimijat uskovat päästöoikeuskauppajärjestelmään ja uskaltavat investoida puhtaampaan ja päästöttömämpään tuotantoteknologiaan.

EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmää on arvosteltu viime aikoina siitä, että järjestelmä ei kannusta yrityksiä riittävästi tekemään päästövähennysinvestointeja vuoden 2012 alkupuolen alhaisen päästöoikeusyksikön hinnan takia. Euroopan komissio käy tällä hetkellä keskustelua yhdessä Euroopan parlamentin ja neuvoston kanssa mahdollisista toimita päästöoikeuskauppamarkkinoille puuttumiseksi ja päästöoikeusyksikön hinnan nostamiseksi. EU:n huono taloudellinen tilanne on saanut pörssikurssit laskuvireisiksi vetäen mukanaan myös päästöoikeuskauppamarkkinan tuotteet. Vähentänyt teollisuustuotanto on pienentänyt EU:n kokonaispäästömäärää ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta. EU:n päästöoikeuskaupan toimijoiden todennetut päästöt vuonna 2011 olivat huomattavasti ennusteita pienemmät (Thomson Reuters & Point Carbon 2012d, 1-2). Euroopan komission suhteellisen avokätisen päästöoikeusyksiköiden alkujakon sekä edellä mainitsemieni syiden takia, päästöoikeuskauppamarkkinat ovat useiden asiantuntija-arvioiden mukaan hyvin ylijäämäiset. Samanaikaisesti, kun päästöoikeuskauppamarkkinat ovat ylijäämäiset, Euroopan komissio on tekemässä muutoksia EU:n kokonaispäästöjäentisestäään vähentävään energiatehokkuusdirektiiviin. Euroopan komissio (2011g, 29–30) toteaa energiatehokkuusdirektiivin vaikutusten arvioinnissaan, että vuoden 2020

päästövähennystavoitteiden saavuttaminen voi tapahtua EU:n päästöoikeuskauppasektorilla ilman minkäänlaisia ponnisteluja energiatehokkuusdirektiivin muutoksen seurauksena. On arvioitu, että energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen vähentäisi päästöjä noin 1,4 miljardia hiilidioksidiekvivalenttonnia. Euroopan komissio harkitsee 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön tai jonkun muun päästöoikeusyksikkömäärän vähentämistä päästöoikeuskauppamarkkinoilta, jotta päästöoikeuskauppasektori ei hyötyisi energiatehokkuusdirektiivin kautta tulleesta päästövähennyksestä. Päästöoikeusyksiköiden mitätöinti tai laittaminen sivuun päästöoikeuskauppamarkkinoilta (engl. *set aside, withhold, withdraw*) joko väliaikaisesti tai lopullisesti olisi keino ohjata päästöoikeusyksikön hintaa haluttuun suuntaan.

1.2. Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskohteen määrittely

Tutkielmani tavoite on arvioida päästöoikeusyksiköiden tulevaa tarvetta ja tarjontaa sekä niiden tasapainoa EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2008–2020. Yritysten päästöoikeusyksiköiden tarve syntyy yritysten luontoon laskemasta päästömäärästä. Tulevaa päästökehitystä EU:n päästöoikeuskaupassa simuloin tutkielmassani hyödyntäen Aatolan, Ollikaisen ja Ollikan (2008b, 95) kehittämää päästöjen ennustamisen estimointimallia. Kun olen estimoinut EU:n päästöoikeuskaupan tulevan päästökehityksen, vertaan päästöoikeusyksiköiden tarve-estimaattia päästöoikeusyksiköiden tarjontaestimaattiin ja teen päätelmiä päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämäisyydestä. Ylijäämätarkasteluun otan mukaan erilaisia poliittisia muuttujia ja katson, kuinka ne vaikuttavat päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämään. Tarkastelen muun muassa Euroopan komission suunnitteleman 1,4 miljardin tai vaihtoehtoisen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön mitätöinnin eli *set aside* -päätöksen ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutuksia EU:n päästöoikeuskauppamarkkinaan.

Tutkielmani aihe on hyvin ajankohtainen, sillä Euroopan komissio on havahtunut EU:n talouskriisin ja muiden syiden seurauksena hyvin ylijäämäisiksi arvioituihin

päästöoikeuskauppamarkkinoihin. Euroopan komissio käy tällä hetkellä kädenvääntöä siitä, pitäisikö sen puuttua ylijäämäisiin päästöoikeuskauppamarkkinoihin ja manipuloida päästöoikeusyksikön hintaa ylöspäin investointien kannustinvaikutuksen ja päästöoikeuskauppamarkkinoiden uskottavuuden säilyttämiseksi. Euroopan komission, parlamentin ja neuvoston yhteisneuvottelut energiatehokkuusdirektiivin muutoksesta ja päästöoikeusyksiköiden leikkaamisesta alkoivat huhtikuussa 2012. Trilogian neuvotteluja pidetään päästöoikeusyksiköiden mitätöinnin eli set aside -päätöksen kohtalonhetkinä. Euroopan parlamentin ja neuvoston on määrä äänestää energiatehokkuusdirektiivin muutoksesta ja päästöoikeusyksiköiden mitätöinnistä näillä näkymin kesällä 2012. (Deutsche Bank 2012b, 1-4.)

Koska EU:n päästöoikeuskauppaan liittyy tällä hetkellä monia poliittisia muuttujia, on hyvin mielenkiintoista arvioida EU:n tulevan päästökehityksen kautta, miltä EU:n päästöoikeuskauppamarkkina näyttää kolmannella päästöoikeuskauppakaudella, ja miten poliittiset muuttujien voivat vaikuttaa päästöoikeuskauppamarkkinaan.

1.3. Tutkimuksen rakenne

Tutkielmani rakenne on seuraavanlainen: toisessa luvussa esitän päästöoikeuskaupan talousteorian idean, ja tämän jälkeen johdan päästöoikeuskaupan piirissä toimivan yrityksen voiton maksimointiongelman optimaalisen puhdistusmäärän kautta. Arvioin tämän jälkeen komparatiivisen statiikan avulla eksogeenisten tekijöiden muutosten vaikutusta yrityksen tuotannon ja puhdistuksen määrään, yrityksen luontoon laskemaan päästömäärään sekä päästöoikeusyksikön hintaan. Havainnollistan komparatiivisen statiikan lomassa rajapuhdistuskustannusfunktion muodostumisen ja esittelen yrityksen optimaalisen reaktion päästöoikeuskauppaan. Toisessa luvussa esittelen päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän ja -tarjonnan muodostumisen sekä optimaalisen markkinatasapainon kautta näytän, miten päästöoikeusyksikön hinta muodostuu päästöoikeuskauppamarkkinoilla. Havainnollistan myös päästöoikeusyksiköiden

markkinakysynnän- ja tarjonnan heilahtelun vaikutusta markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan. Tutkielmani kolmannessa luvussa esittelen EU:n päästöoikeuskaupan toimintaa. Ensin esittelen kaupankäyntiyksiköt. Tämän jälkeen tarkastelen päästöoikeusyksiköiden hintakehitystä, päästöyksiköiden alkujakoa ja huutokauppaa sekä päästöoikeuskauppajärjestelmän päätöksentekoa ja valvontaa. Luvun 3 lopuksi esittelen EU:n päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään ja -tarjontaan vaikuttavia muuttujia. Neljännessä luvussa esittelen tutkimukseni puitteet, päästöjen ennustamisen estimointimallin, käyttämäni tietolähteet sekä talouskasvuskenaariot. Viidessä luvussa esitän ennusteen EU:n päästöoikeuskaupan tulevista kokonaispäästöistä ja päästöoikeusyksiköiden tarpeesta sekä vertailen päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoa. Tämän jälkeen otan tarkasteluun mukaan poliittisia muuttujia muun muassa 1,4 miljardin set aside -päätöksen ja energiatehokkuusdirektiivin muutos ehdotuksen ja tarkastelen, miten poliittiset muuttujat vaikuttavat päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämään. Viidennen luvun lopuksi teen yhteenvedon tutkimustuloksistani. Kuudennessa luvussa esitän keskeisimmät johtopäätökset ja ajatukset tutkielmastani.

2. Päästöoikeuskauppa

2.1. Päästöoikeuskaupan syntyminen

Päästöoikeuskaupan idea perustuu ajatukseen, että julkinen valta omistaa puhtaan ympäristön ja myy kuormittajille oikeuksia saastuttaa eli laskea päästöjään ympäristöön. Maksu oikeudesta saastuttaa synnyttää päästöille hinnan ja sisäistää saastumisesta aiheutuvan ulkoisvaikutuksen. Ulkoisvaikutus on olemassa silloin, kun jonkin taloudenpitäjän kulutus- tai tuotantopäätökset vaikuttavat jonkin toisen taloudenpitäjän hyötyyn tai tuotannon ehtoihin ilman, että tästä vaikutuksesta maksetaan korvausta. (Kolstad 2011, 92; Hanley ym. 2007, 49–57; Baumol & Oates 1988, 14–18) Ympäristön

saastuminen ja ilmastonmuutos ovat esimerkkejä negatiivisista ulkoisvaikutuksista (Hanley ym. 2007, 78–79).

Päästöoikeuskaupan idean esittivät ensimmäisenä Crocker (1966) ja Dales (1968). Montgomery (1972) todisti, että päästöoikeuskauppa on kustannustehokas ohjauskeino ja riippumaton päästöoikeusyksiköiden alkujonon toteutuksesta. 1970-luvulla Yhdysvalloissa päästöoikeuskauppaa sovellettiin ensimmäisenä käytäntöön (Tietenberg 2006, ix). Nykyään erilaisia päästöoikeuskauppajärjestelmiä on käynnissä Iso-Britanniassa ja Pohjois-Irlannissa (engl. *UK CRC Energy Efficiency Scheme*), Australian New South Walesissa (engl. *New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme, NSW GGAS*), Kanadan Albertassa (engl. *Alberta Emitters Regulation, AER*), Sveitsissä (engl. *Swiss Federal Emission Trading Scheme, CH ETS*), Uusi-Seelannissa (engl. *New Zealand Emission Trading Scheme, NZ ETS*), Yhdysvaltojen kymmenessä koillisessa osavaltiossa (engl. *Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI*) sekä Japanin Tokiossa (engl. *Tokyo Emission Trading Scheme, TETS*). Lisäksi suunnitteilla on useita päästöoikeuskauppajärjestelmiä ympäri maailmaa. (International Energy Agency 2010b, 19–30.)

Päästöoikeuskauppa voi olla kiintiö ja kauppa -periaatteen (engl. *cap and trade*) tai perusura ja hyvitys -periaatteen (engl. *baseline and credit*) mukaista päästöoikeuskauppaa. EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmä perustuu niin kutsuttuun kiintiö ja kauppa -periaatteeseen, jossa sallitulle päästöjen enimmäismäärälle asetetaan joustamaton yläraja tai kiintiö (ETSK 2009, 67). Päästöjen enimmäismäärää kutsutaan usein päästokiintiöksi. Jokaisen markkinatoimija tarvitsee päästöjään vastaavan määrän päästöoikeusyksiköitä, jotka markkinatoimija palauttaa sovittuna aikana päästöoikeuskaupparekisteriin. Markkinatoimija, jonka päästöt alittavat sille asetetun päästövelvoitteen, voi myydä ylijäävät päästöoikeusyksiköt. Markkinatoimija, jonka päästöt ylittävät asetetun päästövelvoitteen voi ostaa päästövelvoitteen ylittävän osan päästöoikeusyksiköitä markkinoilta tai vähentää tuotannollisilla keinoilla päästöjään. Koska päästöjen vähentämisen kustannukset ovat erilaiset paikasta ja olosuhteesta riippuen, päästöjen vähentäminen on järkevintä tehdä siellä, missä se on edullisinta toteuttaa. Tämä luo pohjan kaupankäynnille. Päästöoikeudet kulkeutuvat ylijäämäisiltä markkinatoimijoilta

alijäämäisille markkinatoimijoille. Koska kiintiö ja kauppa -periaatteeseen perustuvan päästöoikeuskaupan päästokiintiö on tarkasti määritelty, päästövähennykset tapahtuvat kustannustehokkaasti siellä, missä ne on halvinta toteuttaa. Päästöoikeusyksiköiden osto- ja myyntimahdollisuus antaa markkinatoimijoille joustavuutta vaikuttamatta kuitenkaan päästokiintiön tasoon. Myöhemmässä luvussa 2.2. esitän, kuinka markkinatoimijat voivat valita optimaalisen voittonsa maksimoivan käyttäytymisen päästöoikeuskaupan vallitessa. Haasteena kiintiö ja kauppa -periaatteella toimivassa päästöoikeuskauppajärjestelmässä on määrittää päästokiintiö sopivan suuruiseksi. Kiintiö ja kauppa -periaatteeseen perustuva päästöoikeuskauppa on määräinstrumentti, jossa luontoon laskettu päästömäärä tiedetään varmuudella ja päästöoikeusyksikön hinta voi vaihdella. Vertailun vuoksi esimerkiksi hiilidioksidivero on hintainstrumentti. Hiilidioksidiveron tapauksessa ei voida olla täysin varmoja toteutuvasta päästötasosta, mutta voidaan olla varmoja päästövähennyksen kustannuksista. (Hanley ym. 2007.) Täydellisen informaation ja varmuuden oloissa määrä- ja hintainstrumentit ovat ohjauskeinoina tehokkuudeltaan ekvivalentteja (Weitzman 1974, 480).

Päästöoikeuskauppajärjestelmä voi perustua myös perusura ja hyvitys -periaatteeseen. Perusura ja hyvitys -periaate tarkoittaa, että hankekohtaisesti määritellään tietty normaalikehityksen (engl. *business as usual*) mukainen perusura päästöille, joka toteutuisi ilman toteutettavaa hanketta. Perusuraa verrataan päästövähennystoimien jälkeiseen tilaan ja hanke tuottaa toteuttajalleen päästöyksiköitä toteutetun hankkeen todellisten päästöjen ja perusuran erotuksen mukaisessa suhteessa. (Ahonen 2006a) Jos markkinatoimijan päästöt alittavat perusuran, markkinatoimija saa myytäviä päästöhyvitysyksiköitä itselleen. Jos markkinatoimijan päästöt ylittävät perusuran, markkinatoimijan tulee ostaa päästöhyvitysyksiköitä vertailutason ylittäviä päästöjään vastaavasti. (Buckley, Mestelman & Muller 2005, 2-6.) Kioton pöytäkirjan mukaiset puhtaan kehityksen mekanismin ja yhteistoteutuksen hankkeet ovat perusura ja hyvitys -järjestelmiä (Marjosola 2008, 9). Myös esimerkiksi Kanadan Albertan, Uusi-Seelannin ja Australian New South Walesin päästöoikeuskauppajärjestelmät ovat perusura ja hyvitys -järjestelmiä (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 67). Perusura ja hyvitys -järjestelmän merkittävin ero kiintiö ja kauppa -järjestelmään on se, että perusura ja hyvitys -järjestelmässä päästöyksiköiden

määrää ei ole rajoitettu absoluuttiseen päästökattoon (Marjosola 2008, 9). Kiintiö ja kauppa-järjestelmässä päästöoikeusyksiköiden alkujako tehdään ex-ante -periaatteen mukaisesti eli alkujako tapahtuu ennen markkinatoimijoiden todellisten päästötietojen todentamista käynnissä olevalla kaudella. Perusura ja hyvitys -järjestelmässä päästöhyvitysyksiköiden alkujako tehdään ex-post -periaatteen mukaisesti eli alkujako tapahtuu markkinatoimijoiden todellisten päästötietojen todentamisen jälkeen käynnissä olevalla kaudella. Kiintiö ja kauppa -järjestelmässä päästöoikeusyksiköitä myönnetään yrityskohtaisesti, kun taas perusura ja hyvitys -järjestelmässä päästöhyvitysyksiköitä myönnetään projektikohtaisesti. (The University of New South Wales 2005.)

2.2. Yrityksen voiton maksimointiongelma

Kun julkinen valta puuttuu toimimattomiin markkinoihin ja asettaa päästöoikeuskaupan täydellisen kilpailun markkinoilla toimiville yrityksille, syntyy yrityksen voiton maksimointiongelma. Jokainen täydellisen kilpailun markkinoilla toimiva yritys haluaa maksimoida voittonsa π_i .

Johdan seuraavaksi Hanleyn ym. (2007, 141–148) ja Xepapadeasin (1997, 57–62) kirjoista muokatun yrityksen voiton maksimointiongelman. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi oletetaan, että päästöoikeuskaupamarkkinat ovat täydellisen kilpailun markkinat³ eli yksikään yritys ei voi vaikuttaa päästöoikeusyksikön hintaan p omalla markkinakäyttämällä. Todellisuudessa päästöoikeuskaupamarkkinat voivat olla epätäydellisen kilpailun markkinat⁴, jolloin kaikki täydellisen kilpailun markkinoiden kriteereistä eivät täyty. Epätäydellisen kilpailun markkinoilla toimivilla yrityksillä voi olla

³ Täydellisen kilpailun markkinoilla toimivat yritykset ovat pieniä, eikä millään yrityksellä ole markkinavoimaa vaikuttaa homogeenisten hyödykkeiden hintoihin. Täydellisen kilpailun markkinoilla vallitsee täydellinen informaatio ja kaikilla markkinoilla toimivilla yrityksillä on vapaa pääsy markkinoille sekä tasavertainen mahdollisuus osallistua tuotantotekijöiden markkinoille. (Pindyck & Rubinfeld 2005, 262-263)

⁴ Katso esimerkiksi: Hahn 1984 tai Missiolek & Elder 1989.

esimerkiksi markkinavoimaa ja strategista osaamista vaikuttaa päästöoikeusyksikön hintaan p omalla käyttäytymisellään. Päästöoikeuskauppamarkkinoilla suurten toimijoiden, jotka tarvitsevat ja joilla on hallussaan paljon päästöoikeusyksiköitä, arvellaan voivan vaikuttaa päästöoikeusyksikön hintaa p esimerkiksi rajoittamalla päästöoikeusyksiköiden kaupankäyntiä, jolloin päästöoikeusyksiköiden lisääntynyt niukkuus päästöoikeuskauppamarkkinoilla nostaa päästöoikeusyksikön hintaa p .

Tarkastelun yksinkertaistamiseksi oletetaan myös, että päästöoikeusyksiköt jaetaan ilmaisjakona (engl. *grandfathering*) yrityksille. Todellisuudessa Euroopan unionin päästöoikeuskauppajärjestelmässä päästöoikeusyksiköiden (engl. *European Union Emission Allowance, EUA*) ilmaisjakoa käytettiin ensisijaisena päästöoikeusyksiköiden jakotapana ensimmäisellä päästöoikeuskauppakaudella 2005–2007 ja toisella päästöoikeuskauppakaudella 2008–2012. Huutokaupasta tulee kolmannella päästöoikeuskauppakaudella vuodesta 2013 alkaen päästöoikeusyksiköiden ensisijainen jakotapa. Käsittelen EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmää, päästöoikeusyksiköiden alkujakoa sekä huutokauppaa tarkemmin tutkielmani myöhemmässä luvussa 3.

Oletetaan Hanleyn ym. (2007, 141–148) ja Xepapadeasin (1997, 57–62) mukaan, että yritykselle on hyödyllistä tuottaa mahdollisimman paljon päästöjä tuotantonsa ja voittonsa maksimoimiseksi. Päästöjen puhdistaminen on yritykselle kustannus, joten yritys hyötyy päästöjen puhdistamisen välttämisestä ja puhdistusmäärän minimoimisesta. Vältetyt puhdistuskustannukset ovat yrityksen kannalta hyötyä ja kustannussäästöä. Yritys haluaa maksimoida hyötynsä optimoimalla tuotantomääränsä y^* , päästöjen puhdistusmääränsä a^* sekä luontoon laskemansa päästömäärän e^* .

Yrityksen voiton maksimoiva päästöjen puhdistusmäärän optimointiongelma on muotoa:

$$\max_{\{y_i, a_i\}} \pi_i = q_i y_i - c_i(y_i, a_i) - p((\bar{e}_i - a_i) - e_i^0) \quad (1)$$

Sijoitetaan $\bar{e}_i = \varepsilon_i y_i$ yhtälöön (1), missä $\bar{e}_i = \varepsilon_i y_i$ on tuotannosta syntyvät päästöt:

$$\max_{\{y_i, a_i\}} \pi_i = q_i y_i - c_i(y_i, a_i) - p((\varepsilon_i y_i - a_i) - e_i^0) \quad (2)$$

Yhtälössä (2) π_i on yrityksen voitto, joka muodostuu yrityksen tulojen ja kustannusten erotuksesta. y_i on yrityksen tuotannon määrä ja q_i on yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta hyödykemarkkinoilla. c_i on yrityksen tuotantokustannusfunktio, joka määräytyy tuotannon määrän y_i ja puhdistuksen määrän a_i funktiona. p on päästöoikeusyksikön hinta, \bar{e}_i on yrityksen alkuperäinen päästömäärä ennen puhdistusta, a_i on yrityksen puhdistama päästömäärä, e_i^0 on yrityksen alkujaossa saamat päästöoikeusyksiköt, ε_i on ominaispäästökerroin, joka määräytyy yrityksen tuotannolle yrityksen käyttämän tuotantoteknologian likaisuuden eli päästöintensiivisyyden perusteella. $i = a, b, c, \dots, k$ tarkoittaa päästöoikeuskauppamarkkinoilla toimivia mielivaltaisia yrityksiä. Kun päästöoikeusyksiköt jaetaan yrityksille ilmaisjakona, pe_i^0 on yrityksen saama tukiainen päästöoikeusyksiköiden ilmaisjaosta. Termi $p((\varepsilon_i y_i - a_i) - e_i^0)$ tarkoittaa yrityksen nettokustannusta päästöistä. Termi $(\varepsilon_i y_i - a_i)$ tarkoittaa yrityksen ympäristöön laskemaa päästömäärää sekä yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntää eli käyttötarvetta, jossa ei ole huomioitu vielä yrityksen mahdollisesti saamia päästöoikeusyksiköitä alkujaossa. Termi $((\varepsilon_i y_i - a_i) - e_i^0)$ tarkoittaa yrityksen kysymää päästöoikeusmäärää markkinoilta. Ilmaisjaon jälkeen yrityksen maksutta saamasta päästöoikeusyksiköstä tulee markkinakelpoinen hyödyke, jonka yritys voi halutessaan myydä päästöoikeuskauppamarkkinoilla tai yritys voi saada lisähyötyä itselleen laskemalla lisäpäästöjä ympäristöön päästöjen puhdistamisen sijaan. Yritys voi päättää, miten toimia markkinoilla.

Johdetaan seuraavaksi yhtälöstä (2) ensimmäisen kertaluvun välttämättömät ehdot:

$$\pi_y \equiv \frac{\partial \pi}{\partial y_i} = q - c_y - p\varepsilon = 0 \quad (3)$$

$$\pi_a \equiv \frac{\partial \pi}{\partial a_i} = -c_a + p = 0 \quad (4)$$

Yhtälöstä (3) voidaan johtaa yrityksen optimaalisen tuotantomäärän $y_i^* = q - c_y - p\varepsilon = y_i^*(q, p, \varepsilon)$ ehto:

$$q = c_y + p\varepsilon_i \quad (5)$$

Yhtälön (5) tulkinta on, että yrityksen optimaalinen tuotantomäärä y^* löytyy pisteessä, jossa yrityksen tuotannon rajatulo q vastaa yrityksen tuotannon rajakustannusta $c_y + p\varepsilon_i$.

Yhtälöstä (4) voidaan johtaa yrityksen optimaalisen puhdistusmäärän $a_i^* = \frac{p}{c_a} = a_i^*(q, p, \varepsilon)$ ehto:

$$p = c_a \equiv MCC_i \quad (6)$$

Yhtälöstä (6) seuraa, että:

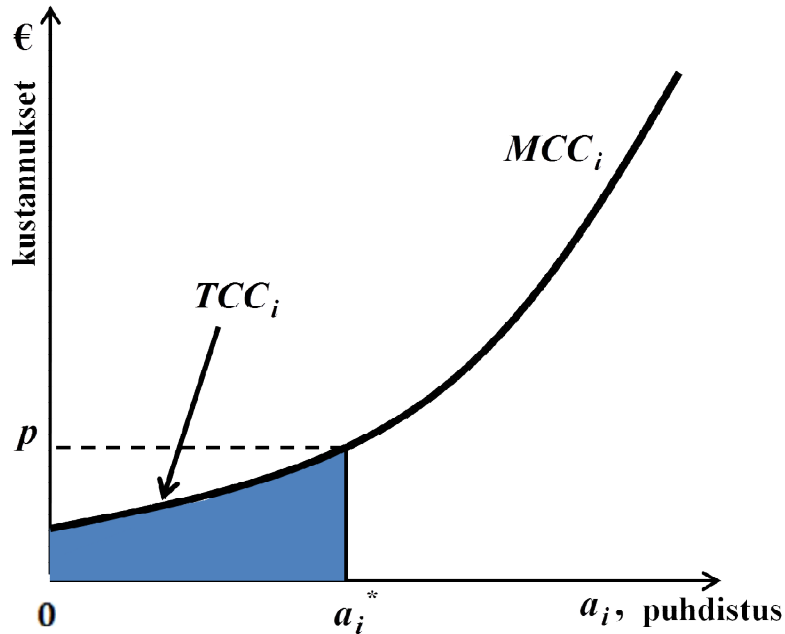
$$p = MCC_i \quad (7)$$

Yhtälössä (6) c_a tarkoittaa yrityksen rajapuhdistuskustannusfunktiota MCC_i (engl. *Marginal Control Cost*). $c_a > 0$ tarkoittaa yrityksen kannalta kustannusten kasvua, kun

yritys ei voi vapaasti laskea päästöjään luontoon ja yrityksen täytyy puhdistaa päästöjään. Yhtälön (7) tulkinta on, että päästöoikeuskaupan vallitessa yrityksen optimaalinen puhdistusmäärä a_i^* löytyy pisteessä, jossa yrityksen rajakustannusfunktio MCC_i vastaa päästöoikeusyksikön hintaa p . Yrityksen kannattaa puhdistaa päästöjään siihen asti, kunnes viimeksi puhdistetun päästöyksikön rajapuhdistuskustannus on päästöoikeusyksikön hinnan suuruinen. Optimiratkaisussa yritys yhtenäistää rajapuhdistuskustannusfunktionsa päästöoikeusyksikön hintaan, jonka yritys ottaa annettuna täydellisen kilpailun päästöoikeuskaupamarkkinoilta: $p = MCC_i$.

Oletetaan, että yrityksen rajapuhdistuskustannusfunktio MCC_i on konvekssi funktio. Rajapuhdistuskustannusfunktion konveksisuus tarkoittaa, että $c_{yy} > 0$, $c_{aa} > 0$ ja $c_{ya} > 0$ eli puhdistuskustannukset kasvavat tuotannon määrän kasvaessa. Ensimmäiset päästövähenysyksiköt ovat myös edullisempia puhdistaa kuin seuraavat päästövähenysyksiköt. Rajapuhdistuskustannus tarkoittaa kustannusta yhden lisäpäästöyksikön puhdistamisesta. Rajapuhdistuskustannusfunktion muotoon ja kulmakertoimeen vaikuttavat muun muassa yrityksen käyttämä tuotantoteknologia ja päästöjen puhdistusmahdollisuudet. Rajapuhdistuskustannusfunktio on yleensä eksponentiaalisesti kasvava puhdistetun päästö määrän kasvaessa eli rajapuhdistuskustannusfunktio on vakiojoustoinen päästöoikeusyksiköiden kysyntäfunktio, kuten kuvasta 2.1. näemme. EU:n tasolla tarkasteltuna päästöoikeusyksikön hinta p^* kuvaa aggregoitua rajapuhdistuskustannusfunktiota MCC_i Kioton pöytäkirjan mukaisten päästövähenystavoitteiden saavuttamisesta EU:n jäsenmaissa (Aatola ym. 2008b, 85).

Jokaisella päästöoikeuskaupamarkkinoilla toimivalla yrityksellä on omanlaisensa päästöjen rajapuhdistuskustannusfunktio MCC_i . Markkinatoimijoiden yksilöllisten rajapuhdistuskustannusfunktioiden takia jokainen markkinatoimija laskee päästöjään ympäristöön ja puhdistaa päästöjään yksilöllisen määrän. Päästöoikeuskaupan kustannustehokkuus perustuu juuri tähän ajatukseen, että kaikkien yritysten viimeiseksi puhdistaman päästövähenysyksikön kustannus on yrityksillä yhtä suuri. (Hanley ym. 2007, 141–148.)



Kuva 2.1. Rajapuhdistuskustannusfunktio MCC_i

Kuva 2.1. havainnollistaa rajapuhdistuskustannusfunktiota MCC_i . Kuvassa 2.1. a on puhdistuksen määrä ja a_i^* on yrityksen voiton maksimoiva optimaalinen puhdistuksen määrä. p on päästöoikeusyksikön hinta, joka määräytyy päästöoikeuskaupamarkkinoiden aggregoidusta markkinatasapainosta. Kuvassa 2.1. kokonaispuhdistuskustannusfunktio TCC_i (engl. *Total Control Cost*) päästöjen puhdistusmäärästä a_i^* on matemaattisesti määriteltynä pinta-ala rajapuhdistuskustannusfunktion MCC_i alapuolella puhdistusmäärän 0 ja a_i^* välillä eli TCC_i on määrätty integraali $TCC_i = \int_0^{a_i^*} MCC_i$. Ilman minkäänlaista ympäristökontrollia ja julkisen vallan interventiota markkinoille yritys ei puhdistaa päästöjään. Tällöin yrityksen puhdistusmäärä on 0 ja $MCC_i = 0$. (Hanley ym. 2007, 131–168; Kahn 2005, 59)

Johdetaan seuraavaksi yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntäfunktio D_j eli päästöoikeusyksiköiden tarvefunktio päästöoikeusyksikön hinnan suhteen:

$$e_j^* = \bar{e}_j - a_j^* \quad (8)$$

a_j^* ja e voidaan kirjoittaa päästöoikeusyksikön hinnan suhteen $a^* = a(p)$ ja $e = e(p)$.

Tästä seuraa, että:

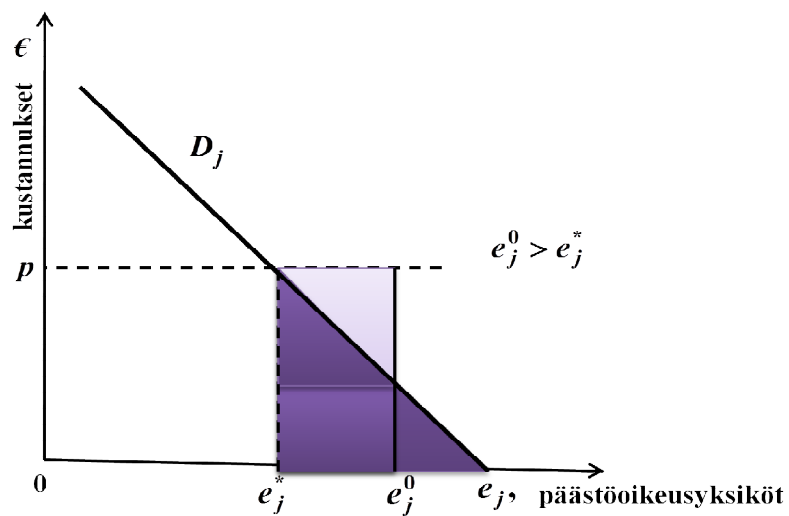
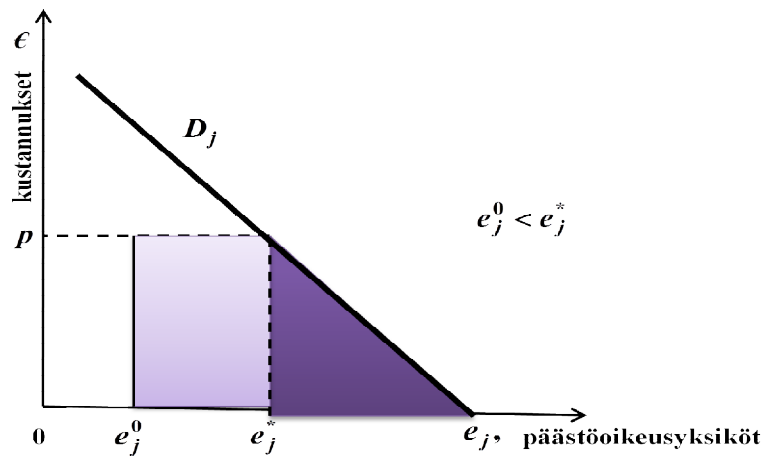
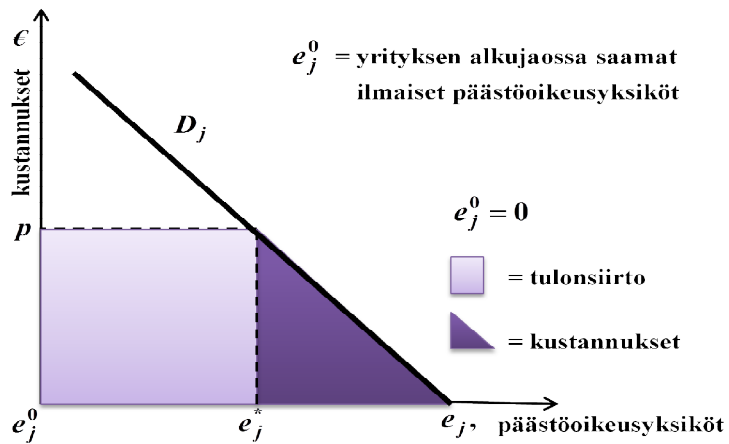
$$e_j^*(p) = \bar{e}_j(p) - a_j^*(p) = D_j \quad (9)$$

Yhtälössä (8) e_j^* on yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntä eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarve, \bar{e}_j on yrityksen alkuperäiset päästöt ennen puhdistusta ja a_j^* on yrityksen puhdistama päästömäärä. Yhtälön (9) tulkinta on, että yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntä on erotus yrityksen alkuperäisistä päästöistä ennen puhdistusta ja yrityksen puhdistamasta päästömäärästä. Yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntäfunktio D_j kuvaa yrityksen optimaalista luontoon laskemaa päästömäärää ja voidaan kirjoittaa myös muodossa:

$$D_j \equiv e_j^*(p) = \varepsilon_j y_j^*(p) - a_j^*(p) \quad (10)$$

Yhtälöissä (10) ja (11) $\frac{\partial \Delta_j}{\partial p} < 0$, eli kysyntäkäyrä on alaspäin laskeva, kuten jatkossa tulen osoittamaan.

Yrityksellä on monta tapaa reagoida päästöoikeuskauppaan. Yritys voi päästöoikeuskaupan vallitessa joustavasti valita, miten saavuttaa päästövähennysveloitteensa. Yritys voi joko vähentää ilmakehään laskemiaan päästöjä tai ostaa päästöoikeusyksiköitä päästöoikeuskauppamarkkinoilta. Yritys voi vähentää tuotantopanostaan ja -kapasiteettiaan optimaalisen päästömäärän saavuttamiseksi. Yritys voi myös vaihtaa muuttujia tuotantoprosessissaan. Yritys voi muuttaa esimerkiksi energiantuotantopanostaan runsaasti hiilidioksidipäästöjä tuottavasta energiantuotantopanoksesta vähemmän hiilidioksidipäästöjä tuottavaan energiantuotantopanokseen tai yritys voi investoida ympäristöystävälliseen tuotantoteknologiaan. (Hanley ym. 2007, 132.) Optimaalisen reaktion yritys voi estimoida vertaamalla omaa rajapuhdistuskustannusfunktioaan päästöoikeusyksikön hintaan, kuten esitin aiemmin. Kuvassa 2.2. havainnollistan yrityksen optimaalista reaktiota päästöoikeuskauppaan ilmaisen alkujaon jälkeen.



Kuva 2.2. Päästöoikeusyksiköiden tulot ja kustannukset (Muokattu lähteestä: Hanley ym. 2007, 145)

Kuvassa 2.2. D_j on yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntä eli yrityksen päästöoikeusyksiköiden käyttötarve kuten yhtälössä (9) esitin eli $D_j = \bar{e}_j(p) - a_j^*(p)$. e_j^0 kuvaa yrityksen ilmaisjaossa saamaa päästöoikeusyksiköiden määrää. Ylimmässä tilanteessa yritys ei saa lainkaan ilmaisia päästöoikeusyksiköitä, kun $e_j^0 = 0$. Keskimmaisessä tilanteessa yritys saa jonkin verran ilmaisia päästöoikeusyksiköitä, mutta ei tarpeeseensa nähden riittävästi. Alimmaisessa tilanteessa yritys saa ilmaisia päästöoikeusyksiköitä enemmän kuin itse tarvitsee. Päästöoikeuskaupan vallitessa kukin yritys valitsee päästöoikeusyksiköiden määräksi e_j^* . Pienempi päästöoikeusyksiköiden määrä kuin e_j^* ei ole yritykselle kannattava, sillä päästöoikeusyksiköiden ostaminen päästöoikeuskauppamarkkinoilta tulee yritykselle halvemmaksi kuin päästöjen vähentäminen, kun $p^* < MCC_i$. Suurempi päästöoikeusyksiköiden määrä kuin e_i^* ei ole myöskään yritykselle kannattava, sillä yritys saa paremman hinnan päästöoikeusyksiköistä, kun yritys myy e_j^* -määrän ylittävän osuuden päästöoikeusyksiköitä ja vähentää erotuksen verran omia päästöjään, kun $p^* > MCC_i$. Kun $p^* > MCC_i$, yrityksen kannattaa puhdistaa päästöjään. Kun $p^* < MCC_i$, yrityksen kannattaa ostaa päästöoikeusyksiköitä markkinoilta. Mitä jyrkempi rajapuhdistuskustannusfunktio yrityksellä on, sitä enemmän yritys haluaa pitää hallussaan päästöoikeusyksiköitä ja välttää päästöjen puhdistamista markkinahinnalla p . (Hanley ym. 2007, 141–148)

Jatketaan seuraavaksi toisen kertaluvun riittävien ehtojen ja yrityksen voittofunktion ristiderivaatan yhtälön johtamisella ensimmäisen kertaluvun ehdoista (3) ja (4) derivaatan nollakohtien kulkusuunnan tarkistamiseksi:

$$\pi_{yy} \equiv \frac{\partial^2 \pi}{\partial y_i^2} = -c_{yy} < 0 \quad (11)$$

$$\pi_{aa} \equiv \frac{\partial^2 \pi}{\partial a_i^2} = -c_{aa} < 0 \quad (12)$$

$$\pi_{ya} \equiv \pi_{ay} = \frac{\partial^2 \pi}{\partial a \partial y} = \frac{\partial^2 \pi}{\partial y \partial a} = -c_{ay} = -c_{ya} < 0 \quad (13)$$

Koska $c_{yy} > 0$, $c_{aa} > 0$ ja $c_{ya} > 0$ toisen kertaluvun ehdot (11) ja (12) sekä ristiderivaatta (12) ovat negatiiviset. Toisen kertaluvun ehtojen (11) ja (12) sekä yrityksen voittofunktion ristiderivaatan avulla voidaan laskea Hessin matriisi $D^2\pi$ ja Hessin matriisin determinantti Δ Chiangin ja Wainwrightin (1984, 334) mukaisesti:

$$D^2\pi = \begin{bmatrix} \pi_{yy} & \pi_{ya} \\ \pi_{ya} & \pi_{aa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -c_{yy} & -c_{ya} \\ -c_{ya} & -c_{aa} \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} -c_{yy} & -c_{ya} \\ -c_{ya} & -c_{aa} \end{vmatrix} = c_{yy}c_{aa} - c_{ay}^2 > 0 \quad (15)$$

Koska toisen kertaluvun ehdot (11) ja (12) ovat negatiiviset ja Hessin matriisin determinantti (15) on positiivinen, Hessin matriisi on negatiivisesti definiitti symmetrinen matriisi eli ääriarvo on paikallinen maksimi. Ensimmäisen kertaluvun ehdot (3) ja (4) määrittelevät yrityksen voiton maksimoivan tuotannon, puhdistuksen ja päästöjen määrän.

2.2.1. Komparatiivinen statiikka - tuotanto ja puhdistus

Tarkastelen seuraavaksi komparatiivisen statiikan avulla, kuinka eksogeenisten tekijöiden muutokset eli muutokset yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnassa q_i , päästöoikeusyksikön hinnassa p ja ominaispäästökertoimessa ε_i vaikuttavat yrityksen tuotannon y_i ja puhdistuksen määrään a_i . Tarkastelun selkeyttämiseksi jätän ylä- ja

alaindeksejä pois komparatiivisen statiikan avulla käsittelemistäni funktioista. Jotta eksogeenisten tekijöiden vaikutusta yrityksen tuotannon y_i ja puhdistuksen määrään a_i voidaan tarkastella, otetaan ensimmäisen kertaluvun ehtoista eli yhtälöistä (3) ja (4) kokonaisdifferentiaalifunktiot yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i , tuotannon määrän y_i , puhdistuksen määrän a_i , päästöoikeusyksikön hinnan p ja ominaispäästökertoimen ε_i suhteen. Termien lisäyksen ja siirtelyn jälkeen kokonaisdifferentiaalifunktiot saadaan yhtälöryhmämuotoon (16):

$$\begin{cases} c_{yy}dy + c_{ya}da = dq - \varepsilon dp - p d\varepsilon \\ c_{ay}dy + c_{aa}da = 0dq + dp + 0d\varepsilon \end{cases} \quad (16)$$

Kirjoitetaan yhtälöryhmä (16) matriisimuodossa:

$$\begin{bmatrix} c_{yy} & c_{ya} \\ c_{ya} & c_{aa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dy \\ da \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\varepsilon & -p \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dq \\ dp \\ d\varepsilon \end{bmatrix} \quad (17)$$

Tarkastelen seuraavaksi yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i vaikutusta tuotannon y_i ja puhdistuksen a_i määrään eli $y_q \equiv \frac{dy}{dq}$ ja $a_q \equiv \frac{da}{dq}$. Oletetaan, että päästöoikeusyksikön hinta p ja ominaispäästökertoimen ε_i pysyvät vakioina eli $dp = d\varepsilon = 0$, jolloin matriisiryhmä (17) voidaan kirjoittaa muodossa (18):

$$\begin{bmatrix} c_{yy} & c_{ya} \\ c_{ya} & c_{aa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{dy}{dq} \\ \frac{da}{dq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Sovelletaan Chiangin ym. (1984, 107–110) mukaista Cramerin sääntöä:

$$y_q \equiv \frac{dy}{dq} = \frac{\begin{bmatrix} 1 & c_{ya} \\ 0 & c_{aa} \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{c_{aa}}{c_{yy}c_{aa} - c_{ya}^2} = \Delta^{-1}c_{aa} > 0 \quad (19)$$

$$a_q \equiv \frac{da}{dq} = \frac{\begin{bmatrix} c_{yy} & 1 \\ c_{ya} & 0 \end{bmatrix}}{\Delta} = -\frac{c_{ya}}{c_{yy}c_{aa} - c_{ya}^2} = -\Delta^{-1}c_{ya} < 0 \quad (20)$$

Yhtälöiden (19) ja (20) tulkinta on, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i noustessa tuotannon määrä y_i kasvaa ja puhdistuksen määrä a_i vähenee. Hyödykkeen hinnan q_i noustessa yrityksen saamat tulot kasvavat, joten yrityksen kannattaa tuottaa enemmän. Kuten aiemmin yhtälössä (7) johdin yrityksen optimaalisen puhdistusmäärän $p = MCC_i$, hyödykkeen hinnan q_i nousu vähentää yrityksen puhdistamaa päästömäärää a_i ja yrityksen kannattaa ostaa päästöoikeusyksiköitä päästöoikeuskaupamarkkinoilta päästöjen puhdistamisen sijaan, sillä yrityksen rajakustannusfunktio MCC_i on suurempi kuin päästöoikeusyksikön hinta p .

Seuraavaksi tarkastellaan päästöoikeusyksikön hinnan p vaikutusta tuotannon y_i ja puhdistuksen a_i määrään eli $y_p \equiv \frac{dy}{dp}$ ja $a_p \equiv \frac{da}{dp}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q ja ominaispäästökerroin ε_i pysyvät vakioina eli $dq = d\varepsilon = 0$, jolloin matriisiryhmä (17) voidaan kirjoittaa muodossa (21):

$$\begin{bmatrix} c_{yy} & c_{ya} \\ c_{ya} & c_{aa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{dy}{dp} \\ \frac{da}{dp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\varepsilon \\ 1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Cramerin sääntöä soveltaen saadaan:

$$y_p \equiv \frac{dy}{dp} = \frac{\begin{bmatrix} -\varepsilon & c_{ya} \\ 1 & c_{aa} \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{-\varepsilon c_{aa} - c_{ya}}{c_{yy}c_{aa} - c_{ya}^2} = -\Delta^{-1}(\varepsilon c_{aa} + c_{ya}) < 0 \quad (22)$$

$$a_p \equiv \frac{da}{dp} = \frac{\begin{bmatrix} c_{yy} & -\varepsilon \\ c_{ya} & 1 \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{c_{yy} + \varepsilon c_{ya}}{c_{yy}c_{aa} - c_{ya}^2} = \Delta^{-1}(c_{yy} + \varepsilon c_{ya}) > 0 \quad (23)$$

Yhtälöiden (22) ja (23) tulkinta on, että päästöoikeusyksikön hinnan p noustessa tuotannon määrä y_i vähenee ja puhdistuksen määrä a_i kasvaa. Päästöoikeusyksikön hinnan p nousu nostaa yrityksen tuotantokustannuksia ja yrityksen kannattaa tuottaa vähemmän. Päästöoikeusyksikön hinnan p noustessa yritykselle tulee edullisemmaksi lisätä puhdistamaansa päästömäärää a_i kuin ostaa päästöoikeusyksiköitä päästöoikeuskaupamarkkinoilta. Päästöoikeusyksikön hinnan p noustessa yritys lisää puhdistamaansa päästömäärää a_i , sillä yrityksen rajakustannusfunktio MCC_i on pienempi kuin päästöoikeusyksikön hinta p .

Tarkastellaan seuraavaksi ominaispäästökertoimen ε_i vaikutusta tuotannon y_i ja puhdistuksen a_i määrään eli $y_\varepsilon \equiv \frac{dy}{d\varepsilon}$ ja $a_\varepsilon \equiv \frac{da}{d\varepsilon}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q ja päästöoikeusyksikön hinta p pysyvät vakioina eli $dq = dp = 0$, jolloin matriisiryhmä (17) voidaan kirjoittaa muodossa (24):

$$\begin{bmatrix} c_{yy} & c_{ya} \\ c_{ya} & c_{aa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{dy}{d\varepsilon} \\ \frac{da}{d\varepsilon} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -p \\ 0 \end{bmatrix} \quad (24)$$

Cramerin sääntöä soveltaen saadaan:

$$y_\varepsilon \equiv \frac{dy}{d\varepsilon} = \frac{\begin{bmatrix} -p & c_{ya} \\ 0 & c_{aa} \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{-pc_{aa}}{c_{yy}c_{aa}-c_{ya}^2} = -\Delta^{-1}pc_{aa} < 0 \quad (25)$$

$$a_\varepsilon \equiv \frac{da}{d\varepsilon} = \frac{\begin{bmatrix} c_{yy} & -p \\ c_{ya} & 0 \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{pc_{ya}}{c_{yy}c_{aa}-c_{ya}^2} = \Delta^{-1}pc_{ya} > 0 \quad (26)$$

Yhtälöiden (25) ja (26) tulkinta on, että ominaispäästökertoimen ε kasvaessa tuotannon määrä y_i vähenee ja puhdistuksen määrä a_i kasvaa. Ominaispäästökertoimen ε_i kasvun vaikutus on samansuuntainen kuin päästöoikeusyksikön hinnan nousun vaikutus yrityksen tuotannon y_i ja puhdistuksen määrään a_i . Ominaispäästökertoimen ε_i kasvu nostaa yrityksen kokonaispäästömäärän kautta yrityksen tuotantokustannuksia ja yrityksen kannattaa tuottaa pienempi hyödykemäärä hyödykemarkkinoille. Ominaispäästökertoimen ε_i kasvaessa yritykselle tulee houkuttelevammaksi puhdistaa päästöjään kuin ostaa päästöoikeusyksiköitä päästöoikeuskauppariikinoilta, sillä yrityksen rajakustannusfunktio MCC_i on pienempi kuin päästöoikeusyksikön hinta p .

2.2.2. Komparatiivinen statiikka – luontoon laskettava päästömäärä

Kuten aikaisemmin yhtälön (2) tulkinnassa esitin, yrityksen luontoon laskema päästömäärä vastaa yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntää eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta. Tässä luvussa tarkastelen komparatiivisen statiikan avulla yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i , päästöoikeusyksikön hinnan p ja ominaispäästökertoimen ε_i vaikutusta yrityksen luontoon laskemaan päästömäärään eli yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntään eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen.

Puhdistusteknologian oloissa yrityksen optimaalinen luontoon laskettava päästömäärä e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarve määräytyy yhtälöstä:

$$e_i^* = \varepsilon_i y_i^* - a_i^* \quad (27)$$

Kokonaisdifferentiaalifunktio yhtälöstä (27) yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i , päästöoikeusyksikön hinnan p ja ominaispäästökertoimen ε_i suhteen näyttää seuraavanlaiselta:

$$de^* = (\varepsilon y_q - a_q) dq + (\varepsilon y_p - a_p) dp + (y + \varepsilon y_\varepsilon - a_\varepsilon) d\varepsilon \quad (28)$$

Ensimmäiseksi tarkastelen yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i vaikutusta yrityksen luontoon laskemaan päästömäärään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen, $e_q^* \equiv \frac{de^*}{dq}$. Oletetaan, että päästöoikeusyksikön hinta p ja ominaispäästökertoimen ε_i pysyvät vakioina eli $dp = d\varepsilon = 0$, jolloin yhtälöstä (28) voidaan johtaa yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i vaikutus yrityksen luontoon laskemaan päästömäärään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen:

$$e_q^* \equiv \frac{de^*}{dq} = \varepsilon y_q - a_q > 0 \quad (29)$$

Yhtälön (29) tulkinta on, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i noustessa yrityksen luontoon laskema päästömäärä e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarve kasvaa. Kun yrityksen tulot kasvavat, yritys lisää tuotantoaan y_i ja yrityksen luontoon laskema

päästö määrä e_i^* kasvaa eli yritys tarvitsee enemmän päästöoikeusyksiköitä kattamaan yrityksen luontoon laskeman päästö määrän e_i^* .

Seuraavaksi tarkastelen päästöoikeusyksikön p hinnan vaikutusta yrityksen luontoon laskemaan päästö määrään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen, $e_p^* \equiv \frac{de^*}{dp}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q_i ja ominaispäästökerroin ε_i pysyvät vakioina eli $dq = d\varepsilon = 0$, jolloin yhtälöstä (28) voidaan johtaa päästöoikeusyksikön hinnan p vaikutus yrityksen luontoon laskemaan päästö määrään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen:

$$e_p^* \equiv \frac{de^*}{dp} = \varepsilon y_p - a_p < 0 \quad (30)$$

Yhtälön (30) tulkinta on, että päästöoikeusyksikön hinnan p noustessa yrityksen luontoon laskema päästö määrä e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarve vähenee. Tuotantokustannusten nousu vähentää tuotannon supistumisen kautta yrityksen luontoon laskemaa päästö määrää e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta.

Lopuksi tarkastelen ominaispäästökertoimen ε_i vaikutusta yrityksen luontoon laskemaan päästö määrään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen, $e_\varepsilon^* \equiv \frac{de^*}{d\varepsilon}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q_i ja päästöoikeusyksikön hinta p pysyvät vakioina eli $dq = dp = 0$, jolloin yhtälöstä (28) voidaan johtaa ominaispäästökertoimen ε_i vaikutus yrityksen luontoon laskemaan päästö määrään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen:

$$e_{\varepsilon}^* = \frac{de}{d\varepsilon} = y + \varepsilon y_{\varepsilon} - a_{\varepsilon} ? \quad (31)$$

Yhtälön (30) tulkinta on, että ominaispäästökertoimen ε_i eli tuotannon likaisuuden vaikutus yrityksen luontoon laskemaan päästömäärään e_i^* eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen on epäselvä.

2.3. Päästöoikeuskaupan markkinatasapaino

Tarkastelen tässä luvussa, kuinka eksogeenisten tekijöiden muutokset vaikuttavat päästöoikeuskauppamarkkinoiden tasapainoon ja päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p . Aikaisemmin yhtälön (2) tulkinnassa esitin yrityksen luontoon laskeman päästömäärän e_i^* , päästöoikeusyksiköiden nettokysynnän ja päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeen yhteyden. Tässä luvussa laajennan yrityskohtaisen päästöoikeusyksiköiden nettokysynnän eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetarkastelun kaikkien päästöoikeuskaupan markkinatoimijoiden aggregoituun markkinakysyntään. Otan päästöoikeusyksiköiden alkujaon mukaan tarkasteluun. Yrityksen päästöoikeusyksiköiden kysyntää markkinoilta e_j^d voidaan kuvata yhtälöllä (32) ja päästöoikeusyksiköiden tarjontaa markkinoille e_i^s voidaan kuvata yhtälöllä (33) seuraavasti:

$$e_j^d = e_j^* - e_j^0 > 0 \quad (32)$$

$$e_i^s = e_i^* - e_i^0 < 0 \quad (33)$$

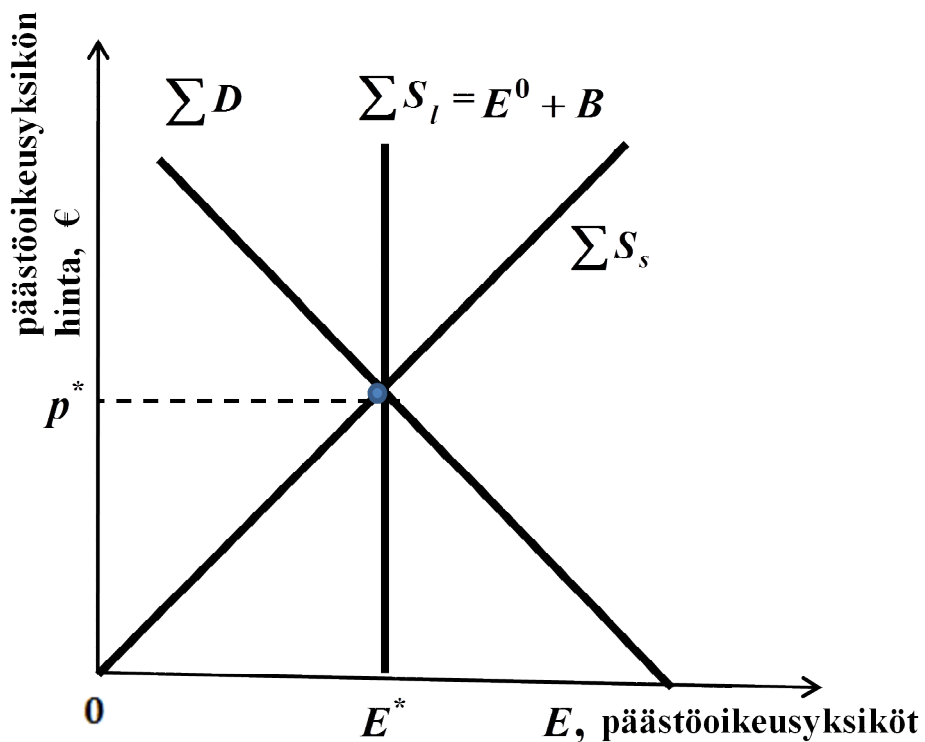
Yhtälöissä (32) ja (33) e_i^* ja e_j^* tarkoittaa yritysten i ja j luontoon laskemaa päästömäärää eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta. e_i^0 ja e_j^0 tarkoittaa yritysten i ja j alkujaossa

samaa päästöoikeusyksiköiden määrää. Päästöoikeusyksiköiden kysyntä e_j^d syntyy, kun yritys ei saa luontoon laskemaansa päästömäärään ja tarvitsemaansa päästöoikeusyksiköiden määrään nähden riittävästi päästöoikeusyksiköitä alkujaossa. Tällöin yrityksen luontoon laskema päästömäärä ylittää yrityksen alkujaossa saaman päästöoikeusyksiköiden määrän eli $e_j^* > e_j^0$. Yrityksestä tulee ostaja, kun yrityksen sama päästöoikeusyksiköiden alkujako on pienempi kuin yrityksen päästöoikeusyksiköiden tarve. Päästöoikeusyksiköiden tarjonta e_i^s syntyy, kun yritys saa luontoon laskemaansa päästömäärään ja tarvitsemaansa päästöoikeusyksiköiden määrään nähden enemmän päästöoikeusyksiköitä alkujaossa kuin yritys tarvitsee. Tällöin yrityksen päästöoikeusyksiköiden määrä ylittää yrityksen luontoon laskeman päästömäärän eli $e_i^* < e_i^0$. Yrityksestä tulee myyjä, kun yrityksen sama päästöoikeusyksiköiden alkujako on suurempi kuin yrityksen päästöoikeusyksiköiden tarve. Taloudellisen suunnittelijan asettama päästöoikeuskaupan luo markkinat päästöoikeusyksiköille eli päästöoikeusyksiköille muodostuu aggregoitu markkinakysyntä $\sum D$, kun lasketaan yhteen kaikkien markkinatoimijoiden kysyntäfunktiot, ja aggregoitu markkinatarjonta $\sum S$, kun lasketaan yhteen kaikkien markkinatoimijoiden tarjontafunktiot. Päästöoikeuskaupamarkkinoilla on sekä lyhyen että pitkän aikavälin markkinatasapaino.

Merkitään pitkän aikavälin päästöoikeusyksiköiden aggregoitua markkinatarjontaa $\sum S_l = e_l^s$. Pitkän aikavälin päästöoikeusyksiköiden aggregoidun markkinatarjonnan voidaan ajatella olevan vakio eli $\sum S_l = \sum E^0 = E^* + B$, kun $E^* = \sum_{i=1}^n E_i^0$. Merkitään lyhyen aikavälin päästöoikeusyksiköiden aggregoitua markkinatarjontaa $\sum S_s = e_s^s$. Tässä luvussa merkitsen jatkossa lyhyen aikavälin päästöoikeusyksiköiden aggregoitua markkinatarjontaa $\sum S_s = e^{is}$ ja päästöoikeusyksiköiden aggregoitua markkinakysyntää $\sum D = e^{jd}$. Päästöoikeuskaupamarkkinoiden markkinatasapaino muodostuu päästöoikeusyksiköiden aggregoitujen markkinakysyntä- ja markkinatarjontafunktioiden leikkauspisteessä, jolloin $e^{jd} = e^{is}$ eli:

$$e^{jd}(q, p, \varepsilon, e_j^0) = e^{is}(q, p, \varepsilon, e_i^0) + B \quad (34)$$

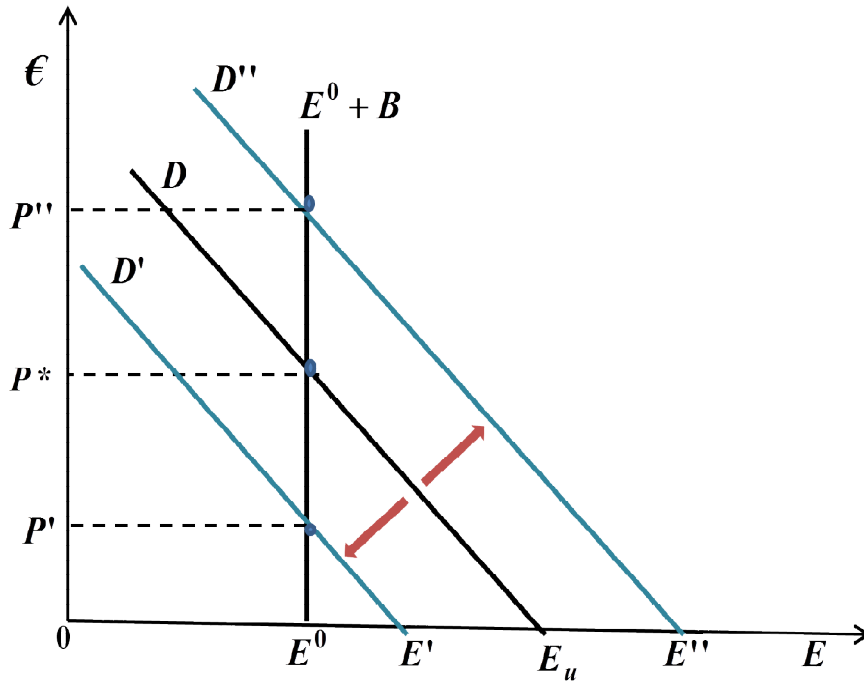
Yhtälössä (34) e^{jd} on päästöoikeusyksiköiden aggregoitu markkinakysyntä ja e^{is} on päästöoikeusyksiköiden aggregoitu markkinatarjonta. j ja i ovat päästöoikeuskauppamarkkinoilla toimivia mielivaltaisia yrityksiä ja A on hankeyksiköiden eli sertifioitujen päästövähennysyksiköiden (engl. *Certified Emission Reductions, CER*) ja päästövähennysyksiköiden (engl. *Emission Reduction Unit, ERU*) määrä. CER- ja ERU-yksiköitä käsittelem tarkemmin myöhemmässä luvussa 3.1. Kuva 2.3. havainnollistaa päästöoikeuskauppamarkkinan lyhyen ja pitkän aikavälin markkinakysyntäfunktion ja markkinatarjontafunktion muodostumista sekä markkinatasapainoa, jonka perusteella päästöoikeusyksikön hinta määräytyy. Kuvassa 2.3. $B = 0$.



Kuva 2.3. Päästöoikeuskaupan markkinakysyntä, -tarjonta ja -tasapaino (Muokattu lähteistä: Hanley ym. 2007, 143; Perman ym. 2003, 225)

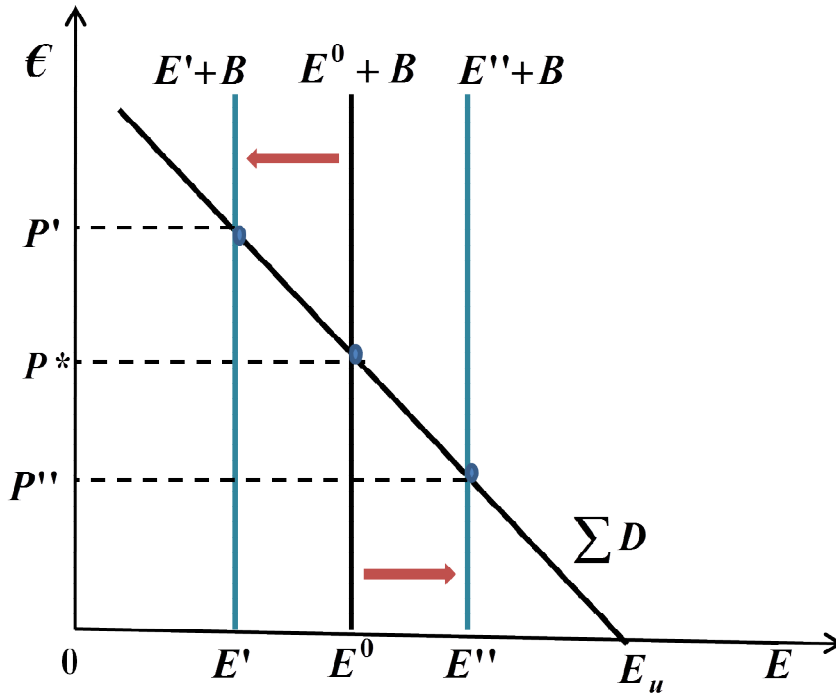
Kuva 2.3 esittää päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän ja -tarjonnan muodostumisen päästöoikeuskauppamarkkinoilla ja päästöoikeuskaupan markkinatasapainoa. Täydellisen kilpailun päästöoikeuskauppamarkkinoilla päästöoikeusyksikön hinta p^* pitkällä aikavälillä muodostuu kaikkien päästöoikeuskauppamarkkinoilla toimivien yritysten aggregoidun markkinakysyntäfunktion $\sum D = e^{jd}$ ja aggregoidun markkinatarjontafunktion $\sum S_l \equiv E^* + B$ leikkauspisteessä. Yhtälössä (10) johdin yrityksen päästöoikeusyksiköiden nettokysyntäfunktion ja luontoon laskeman päästömäärän. Koska päästöoikeusyksiköiden aggregoitu markkinakysyntä vastaa kaikkien päästöoikeuskauppamarkkinoilla toimivien yritysten aggregoitua luontoon laskettavaa päästömäärää $\sum D \equiv E^* = \varepsilon Y^* - A^*$, markkinatasapaino löytyy pitkällä aikavälillä pisteestä $\sum D \equiv \varepsilon Y^* - A^* = \sum S_l \equiv E^* + B$, jossa aggregoitu markkinakysyntä ja pitkän aikavälin aggregoitu markkinatarjonta ovat yhtä suuret. Päästöoikeusyksikön hinta p^* lyhyellä aikavälillä muodostuu vastaavasti kaikkien päästöoikeuskauppamarkkinoilla toimivien yritysten aggregoidun markkinakysyntäfunktion $\sum D = e^{jd}$ ja aggregoidun markkinatarjontafunktion $\sum S_s \equiv e^{is}$ leikkauspisteessä. Markkinatasapaino löytyy lyhyellä aikavälillä pisteestä $\sum D \equiv \varepsilon Y^* - A^* = \sum S_s \equiv e^{is}$, jossa aggregoitu markkinakysyntä ja lyhyen aikavälin aggregoitu markkinatarjonta ovat yhtä suuret. (Perman ym. 2003, 225)

Seuraavaksi havainnollistan kuvilla 2.4. ja 2.5, kuinka markkinakysynnän ja -tarjonnan muutokset vaikuttavat pitkän aikavälin markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan.



Kuva 2.4. Päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän vaikutus markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan (Muokattu lähteestä: Hanley ym. 2007, 143)

Kuva 2.4. havainnollistaa, kuinka päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän muuttuminen vaikuttaa pitkän aikavälin markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan. Markkinakysyntäkäyrä D voi siirtyä vasemmalle D' -kysyntäkäyrään esimerkiksi tuotantoteknologian hiilineutraalin kehityksen ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntymisen seurauksena tai talouskasvun hidastuessa finanssikriisistä johtuen. Markkinakysyntäkäyrän putoaminen pienentää päästöoikeusyksikön markkinahintaa P^* - hinnasta P' -hintaan. Vastaavasti markkinakysynnän siirtyminen oikealle D - kysyntäkäyrältä D'' -kysyntäkäyrälle esimerkiksi tuotantoteknologian hiili-intensiivisyyden lisääntyessä tai voimistuneen talouskasvun seurauksena nostaa päästöoikeusyksikön markkinahintaa P^* -hinnasta P'' -hintaan.



Kuva 2.5. Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan vaikutus markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan (Muokattu lähteestä: Hanley ym. 2007, 143)

Kuva 2.5. havainnollistaa, kuinka päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan muuttuminen vaikuttaa pitkän aikavälin markkinatasapainoon ja päästöoikeusyksikön hintaan. Euroopan komission tiukentaessa liikelle laskettavien päästöoikeusyksiköiden määrää EU:n päästöoikeuskaupassa esimerkiksi lopullisella päästöoikeusyksiköiden mitätöinnillä eli set aside -päätöksellä, päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonta siirtyy vasemmalle $E^0 + B$ -tarjonnasta $E' + B$ -tarjontaan. Vähentyneen päästöoikeusyksiköiden määrän seurauksena syntyvä niukkuus päästöoikeusyksiköistä nostaa päästöoikeusyksikön hintaa P^* -hinnasta P' -hintaan. Jos EU:n päästöoikeuskaupan piiriin tulee paljon hankeyksiköitä, päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonta voi siirtyä oikealle $E^0 + B$ -tarjonnasta $E'' + B$ -tarjontaan. Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan lisääntyminen laskee päästöoikeusyksikön hinnan P^* -hinnasta P'' -hintaan.

Jatketaan seuraavaksi tarkastelua, kuinka eksogeenisten tekijöiden muutokset vaikuttavat päästöoikeuskaupparamarkkinoiden tasapainoon ja päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p .

Otetaan kokonaisdifferentiaalifunktio yhtälöstä (34):

$$0dB + e_q^{jd} dq + e_p^{jd} dp + e_\varepsilon^{jd} d\varepsilon + e_{e_j^0}^{jd} de_j^0 = e_q^{is} dq + e_p^{is} dp + e_\varepsilon^{is} d\varepsilon + e_{e_i^0}^{is} de_i^0 + dB \quad (35)$$

Kokonaisdifferentiaalifunktiota hyödyntäen tarkastelen yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i vaikutusta päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* eli $p_q \equiv \frac{dp}{dq}$. Oletetaan, että ominaispäästökerroin ε_i , hankeyksiköiden määrä B ja yritysten alkujaossa saamat päästöoikeusyksiköiden määrät e_i^0 ja e_j^0 pysyvät vakioina eli $d\varepsilon = dB = de_i^0 = de_j^0 = 0$, jolloin yhtälöstä (35) voidaan johtaa yrityksen tuottaman hyödykkeen hinnan q_i vaikutus päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* :

$$p_q \equiv \frac{dp}{dq} = \frac{(e_q^{jd} - e_q^{is})}{(e_p^{is} - e_p^{jd})} > 0 \quad (36)$$

Yhtälön (36) tulkinta on, että yrityksen tuottaman hyödykkeen i hinnan q_i noustessa päästöoikeusyksikön tasapainohinta p^* nousee.

Seuraavaksi tarkastelen yrityksen tuotannon saastuttavuudesta ja tuotantoteknologiasta kertovan ominaispäästökertoimen ε_i vaikutusta päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* eli $p_\varepsilon \equiv \frac{dp}{d\varepsilon}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q_i , hankeyksiköiden määrä B ja yritysten alkujaossa saamat päästöoikeusyksiköiden määrät e_i^0 ja e_j^0 pysyvät

vakioina eli $dq = dB = de_i^0 = de_j^0 = 0$, jolloin yhtälöstä (34) voidaan johtaa ominaispäästökertoimen ε_i vaikutus päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* :

$$p_\varepsilon \equiv \frac{dp}{d\varepsilon} = \frac{e_\varepsilon^{jd} - e_\varepsilon^{is}}{e_p^{is} - e_p^{jd}}? \quad (37)$$

Yhtälön (37) tulkinta on, että ominaispäästökertoimen ε_i eli yrityksen tuotannon likaisuuden vaikutus päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* on epäselvä.

Luvun 2.3. lopuksi tarkastelen hankeyksiköiden määrän B vaikutusta päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p eli $p_B \equiv \frac{dp}{dB}$. Oletetaan, että yrityksen tuottaman hyödykkeen hinta q_i , ominaispäästökertoimen ε_i ja yritysten alkujaossa saamat päästöoikeusyksiköiden määrät e_i^0 ja e_j^0 pysyvät vakioina eli $dq = d\varepsilon = de_i^0 = de_j^0 = 0$, jolloin yhtälöstä (34) voidaan johtaa hankeyksiköiden A vaikutus päästöoikeusyksikön tasapainohintaan p^* :

$$p_B \equiv \frac{dp}{dB} = -\frac{1}{e_p^{is} - e_p^{jd}} < 0 \quad (38)$$

Yhtälön (38) tulkinta on, että hankeyksiköiden määrän B kasvaessa päästöoikeusyksikön tasapainohinta p^* laskee. Hankeyksiköiden määrän kasvamisen voidaan ajatella joko lisäävän päästöoikeuskauppamarkkinoiden markkinatarjontaa tai vastaavasti vähentävän päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää, sillä CER- ja EUA-yksiköt ovat toistensa substituuotteja EU:n päästöoikeuskaupan toisella päästöoikeuskaupakaudella. Molemmat yksiköt vastaavat EU:n päästöoikeuskaupassa yhtä hiilidioksidiekvivalenttonnia päästöjä. Kolmannella päästöoikeuskaupakaudella niin sanotut vihreät CER-yksiköt, jotka ovat

kelpoisia EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä, ovat EUA-yksiköiden substituuotteja. Kasvanut päästöoikeusyksiköiden tarjonta tai vähentynyt päästöoikeusyksiköiden kysyntä laskevat päästöoikeusyksikön tasapainohintaa p^* .

3. Euroopan unionin päästöoikeuskauppa

3.1. Kaupattavat päästöoikeusyksiköt

Tässä luvussa esittelen EU:n päästöoikeuskaupassa käytetyt päästöoikeusyksiköt. EU:n päästöoikeuskaupassa yksi päästöoikeusyksikkö (engl. *European Union Emission Allowance, EUA*) tarkoittaa oikeutta laskea yksi hiilidioksidiekvivalenttitonni tCO_2eq kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään. Muut kasvihuonekaasupäästöt muutetaan yhteismitallisiksi hiilidioksidipäästöjen kanssa eli hiilidioksidiekvivalenttitonneiksi kunkin kasvihuonekaasun suhteelliseen vaarallisuuteen perustuvan ilmaston lämmityspotentiaalin avulla (engl. *Global Warming Potential*). (Marjosola 2008, 11.) Esimerkiksi hiilidioksidin CO_2 lämmityspotentiaali on 1, metaanin CH_4 lämmityspotentiaali on 25, dityppioksidin N_2O lämmityspotentiaali on 298 ja fluorihilivedyn HFC-23 CHF_3 lämmityspotentiaali on 14 800 (United Nations 2012b, 45–46).

EUA-yksiköiden lisäksi EU:n päästöoikeuskaupan piiriin kuuluvilla toimijoilla on mahdollisuus täydentää päästövähennysveloitettaan Kioton pöytäkirjan mukaisten hankemekanismin eli sertifioitujen päästövähennysyksiköiden (engl. *Certified Emission Reductions, CER*) ja päästövähennysyksiköiden (engl. *Emission Reduction Unit, ERU*) avulla. Linkkidirektiivi 2004/101/EY kytkee hankemekanismit EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmään lisäten järjestelmän joustavuutta ja kustannustehokkuutta. Markkinatoimijat saavat siirtää toiselta päästöoikeuskauppakaudelta kolmannelle päästöoikeuskauppakaudelle päästöyksiköitä (engl. *banking*) määritettyä päästokiintiötään kuitenkin ylittämättä. Ensimmäiseltä päästöoikeuskauppakaudelta toiselle

päästöoikeuskaupakaudelle päästöyksiköiden siirtäminen ei ollut pääasiallisesti mahdollista. Vain Ranska ja Puola olivat tehneet muihin EU:n päästöoikeuskaupan toimijamaihin nähden erilaisen päätöksen sallimalla päästöoikeusyksiköiden siirtämisen vuodelta 2007 vuodelle 2008 kansallisella päätöksellä (Benz & Trück 2009, 5).

CER-yksiköt tarkoittavat puhtaan kehityksen mekanismin (engl. *Clean Development Mechanism, CDM*) hankkeiden kautta tehtyjä päästövähennysinvestointeja tai nieluhankkeita kehitysmaissa ja ERU-yksiköt tarkoittavat yhteistoteutuksen (engl. *Joint Implementation, JI*) hankkeiden kautta tehtyjä päästövähennysinvestointeja. CDM-hankkeet ovat olleet toiminnassa vuodesta 2000 lähtien ja JI-hankkeet ovat olleet toiminnassa vuodesta 2008 lähtien (Marjosola 2008, 13–35). CER-yksiköiden käyttäminen EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä on ollut mahdollista ensimmäiseltä päästöoikeuskaupakaudelta lähtien ja ERU-yksiköiden käyttäminen on ollut mahdollista toiselta päästöoikeuskaupakaudelta lähtien (Nykänen, Roglieri & Voogt 2006, 54). CDM-hankkeiden kautta Kioton pöytäkirjan B-liitteen teollisuusmaat voivat investoida päästövähennyshankkeisiin kehitysmaissa, jotka ovat Kioton pöytäkirjan velvoitteiden ulkopuolella. Suurin osa CDM-hankkeista isännöidään Aasian ja Tyynenmeren alueen maissa, erityisesti Kiinassa ja Intiassa (Marjosola 2008, 27). Investoinnilla kehitysmaassa voidaan saavuttaa suurempi päästövähennys kuin saavutettaisiin investoinnilla teollisuusmaassa, jossa on jo käytössä ympäristöystävällistä tuotantoteknologiaa. CDM-hankkeet ovat kustannustehokas tapa vähentää päästöjä. Toki CDM-hankkeita on myös kritisoitu siitä, että ne voivat todellisuudessa lisätä päästöjä, kun kehitysmaiden kannattaa pitää päästönsä korkealla tasolla CDM-hankkeiden rahoituksen toivossa ja teollisuusmaat voivat lisätä päästöjään tehden päästövähennykset kehitysmaissa. Kehitysmailla ei välttämättä ole mielenkiintoa vähentää omia päästöjään ilman CDM-hankkeista saatavaa tulonsiirtoa, sillä ne pelkäävät rahoituksen tyrehtyvän päästötason laskiessa. CDM-hankkeiden tarkoitus on alun perin ollut kustannustehokkuuden lisäksi tukea kehitysmaita ja kestävästä kehitystä taloudellisesti kehittyneempien tuotantoteknologiainvestointien muodossa ja saada kehitysmaat mukaan ilmaston suojelemaan. CER-yksiköiden tuottamisen lisäksi CDM-hankejärjestelmän voidaan ajatella olevan myös tulonsiirtojärjestelmä teollisuusmailta kehitysmaalle. Joka vuosi maailmalaaajuinen tulonsiirto kehitysmaalle on

noin 1,5 miljardia euroa, kun oletetaan CER-yksiköiden markkinavaihdannaksi noin 150 miljoonaa kappaletta keskihinnalla 10€/CER. (Neuhoff & Vasa 2010, 3.) Toukokuun 2012 noin 3,5-4 euron hinnalla tosin tulonsiirto on paljon pienempi kuin Neuhoff ym. (2010,3) arvioivat. 3,5-4 euron hinnalla ja 150 miljoonan CER-yksikön markkinavaihdannalla vuosittainen tulonsiirto olisi 0,5-0,6 miljardia euroa.

CER-yksiköiden markkinat voidaan jakaa kahteen markkinaan: primääri- ja sekundaarimarkkinoihin. Suoraan CDM-hankkeista tulevat CER-yksiköt ovat primäärisiä CER-yksiköitä ja jälkimarkkinoiden CER-yksiköt ovat sekundaarisia CER-yksiköitä. Primääriset CER-yksiköt ovat hieman sekundaarisia CER-yksiköitä edullisempia, sillä niihin sisältyy suurempi riski kuin sekundaarisiin CER-yksiköihin. (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 59–60.) Tutkielmassani käsittelen CER-yksiköinä tästä eteenpäin sekundaarisia CER-yksiköitä, sillä ne ovat kaikkien markkinatoimijoiden saatavilla helpommin kuin alkumarkkinoiden primääriset CER-yksiköt. II-hankkeiden osapuolina ovat Kioton pöytäkirjan B-liitteen maat. II-hankkeiden molemmilla osapuolilla tulee olla B-liitteessä asetettu sitova päästövähennysvelvoite. II-hankkeet voivat toteutua missä vaan B-liitteen maassa, mutta yleensä vauraampi teollisuusmaa toteuttaa päästövähennysprojektin jossain siirtymätaloudessa⁵ (engl. *Economics in Transition, EIT*), jonka päästöt alittavat sille asetetun velvoitteen. Monissa siirtymätalouksissa päästöyksiköiden määrä ylittää päästövelvoitteen pääasiallisesti 1990-luvulla tapahtuneen kommunistisen talousjärjestelmän alasajon ja kansantalouksien pienentymisen seurauksena. Siirtymätalouksien päästöoikeusyksiköiden ylijäämää kutsutaan kuumaksi ilmaksi. Venäjä ja Ukraina ovat suurimmat ERU-yksiköiden tarjoajamaat. (Marjosola, 23–30.)

Vuonna 2012 EU:n päästöoikeuskauppaan mukaan tulleelle lentoliikenteelle on omat päästöoikeusyksikkönsä (engl. *European Union Aviation Allowance, EUAA*), joita vain lentoyhtiöt saavat käyttää hyvitykseksi päästöjään vastaavasti. Tällainen järjestely tehtiin lentoliikenteelle siksi, että ilmailuala ei ole Kioton pöytäkirjassa mukana oleva ala. Lentoyhtiöt voivat täydentää päästökäytäntönsä myös muilla EU:n päästökaupassa

⁵ Esimerkiksi Bulgariassa, Tšekissä, Slovakiassa, Virossa, Latviassa, Liettuaissa, Puolassa, Romaniassa, Sloveniassa, Venäjällä, Ukrainassa, Kroatiaissa tai Valko-Venäjällä (Marjosola 2008, 36)

hyväksytyillä päästöoikeusyksiköillä. EU:n päästöoikeuskauppa koskee kaikkia EU:n alueelta lähteviä ja laskeutuvia lentokoneita mukaan lukien EU:n ulkopuoliset lentoyhtiöt. (Thomson Reuters & Point Carbon 2011b, 13–14) Tosin viime aikoina on ollut eripuraa siitä, osallistuvatko kansainväliset lentoyhtiöt EU:n päästöoikeuskauppaan.

EU:n päästöoikeuskaupassa EUA-, CER- ja ERU-yksiköt vastaavat kaikki yhtä hiilidioksidiekvivalenttitonnia päästöjä. Euroopan komission päättää EU:n päästöoikeuskaupan piiriin tuleville hankeyksiköille eli CER- ja ERU-yksiköille käyttökiintiön. Egenhoferin, Alessin, Georgievin ja Fujiwaran (2011, 17–19) mukaan ensimmäisellä päästöoikeuskauppakaudella hankeyksiköiden käyttöraja oli 50 prosenttia vaaditusta päästövähennyksestä. Egenhoferin ym. (2011, 17–19) mukaan toisella päästöoikeuskauppakaudella hankeyksiköiden käyttöoikeus on vaihdellut maiden kansallisista suunnitelmista riippuen nolasta prosentista 20 prosenttiin vaaditusta päästövähennyksestä. International Energy Agencyn (2010, 49) mukaan toisen päästöoikeuskauppakauden hankeyksiköiden kiintiö on 13,4 prosenttia toisen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökiintiöstä tai enimmillään 1,4 miljardia päästöoikeusyksikköä. Egenhoferin ym. (2011, 17–19) mukaan kolmannella päästöoikeuskauppakaudella hankeyksiköiden käyttöoikeus on EU:n laajuisesti 1,4 miljardia päästöoikeusyksikköä tai 50 prosenttia vaaditusta päästövähennyksestä. International Energy Agencyn (2010, 49) mukaan kolmannen päästöoikeuskauppakauden hankeyksiköiden käyttökiintiö on enintään 50 prosenttia vuosien 2008–2020 päästövähennyksestä. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/29/EY artiklan 11 mukaan toiminnanharjoittajat saavat käyttää hankeyksiköitä vuosina 2008–2020 vähintään 11 prosenttia vuosina 2008–2012 myönnettyjen päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. Uudet toimijat saavat käyttää hankeyksiköitä vähintään 4,5 prosenttia toiminnanharjoittajan todennetuista päästöistä kaudella 2013–2020 ja ilmailualantoimijat saavat käyttää hankeyksiköitä vähintään 1,5 prosenttia toiminnanharjoittajan todennetuista päästöistä kaudella 2013–2020. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY, 77–78.) Oman tulkintani mukaan hankeyksiköiden käyttökiintiö on toisella ja kolmannella päästöoikeuskauppakaudella yhteisesti noin 1,4 miljardia päästöoikeusyksikköä. Joidenkin lähteiden mukaan kausien yhteinen hankeyksiköiden käyttökiintiö voi olla 1,4 miljardia

suurempi ja jopa noin 1,6–1,8 miljardia päästövähennysyksikköä. Thomson Reutersin Point Carbonin (2010) mukaan esimerkiksi hankeyksiköiden käyttökiintiö on 1,8 miljardia päästöoikeusyksikköä ja EU:n mahdollisesti kiristäessä päästövähennysvelvoitetaan 20 prosentista 25 prosenttiin 2,3 miljardia hankeyksikköä ja 30 prosenttiin 2,8 miljardia hankeyksikköä. Deutsche Bank (2012a, 10) ja (2012b, 2-3) puolestaan olettaa hankeyksiköiden käyttökiintiön olevan 1,665–1,744 miljardia hankeyksikköä vuosina 2008–2020 laskentatavasta riippuen. Toiminnanharjoittajien hankeyksiköiden käyttöoikeudesta kolmannella päästöoikeuskaupakaudella on tulossa vuoden 2012 aikana komissiolta tarkistettu päätös (Tirkkonen 2012).

Euroopan komissio on päättänyt kieltää EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä 1.5.2013 alkaen CER-yksiköt, jotka ovat peräisin fluorihilivety HFC ja typenoksidien adiipinihappohankkeista N_2O . Huhtikuun 2013 loppuun mennessä markkinatoimijat voivat vielä palauttaa CER-yksiköitä, jotka ovat peräisin kyseisistä hanketyypeistä vuoden 2012 päästöjään vastaavasti. Suuri osa CER-yksiköistä tulee olemaan arvottomia 2013 alkavalla kolmannella päästöoikeuskaupakaudella EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a). Euroopan komissiolla on halutessaan oikeus rajoittaa muiden CER-hanketyyppien käyttöä milloin vain. EU:n kolmannella päästöoikeuskaupakaudella tulee myös uusia sääntöjä koskien kelpoisia CER-yksiköitä. Esimerkiksi vuoden 2013 jälkeen rekisteröityjen CDM-hankkeiden tulee olla toteutettu vähemmän kehittyneessä maassa (engl. *Least Developed Country*) ja hanketta isännöivän maan on pitänyt ratifioida vuoden 2012 jälkeinen ilmastosopimus, jos sellainen on olemassa. (Tuominen 2012.) Jotta markkinatoimijat voisivat erottaa EU-ETS -kelpoiset CER-yksiköt EU-ETS -kelvottomista CER-yksiköistä, markkinatoimijat ovat alkaneet käyttää EU-ETS -kelpoisista CER-yksiköistä nimitystä vihreät CER-yksiköt ja EU-ETS -kelvottomista CER-yksiköistä nimitystä harmaat CER-yksiköt. Luokitus tosin ei ole minkään virallisen tahon määrittämä. Bluenext-pörssissä on huhtikuun 2011 alussa tarjolla erikseen vihreiksi luokiteltuja CER-yksiköitä tavallisten CER-yksiköiden lisäksi. ERU-yksiköt vähenevät todennäköisesti EU:n päästöoikeuskaupan piirissä kolmannella päästöoikeuskaupakaudella, sillä ERU-yksiköiden osallistujien tulee olla molempien hyväksynyt Kioton pöytäkirjan jatkosopimus. Esimerkiksi Venäjä on ilmoittanut, että se ei

halua allekirjoittaa Kioton pöytäkirjan jatkosopimusta, joten venäläisten ERU-yksiköiden käyttäminen EU:n päästöoikeuskaupassa todennäköisesti loppuu vuonna 2012 (Thomson Reuters & Point Carbon 2011c, 3-4). EU-maiden JI-potentiaali on myös heikentynyt, sillä EU-maita sitoo EU:n tiukat ympäristösäännökset, mikä tarkoittaa maiden laskennallisten päästöurien laskua (Ahonen 2006b).

EU:n päästöoikeuskaupassa EUA-, CER- ja ERU- ja EUAA-yksiköiden markkinavaihdanta voi tapahtua kahdenvälisenä kauppana, välittäjien avulla tehtynä kauppana tai pörssikauppana esimerkiksi Nord Pool-, Bluenext, EEX-, GreenX- ja ECX-pörssissä. ECX-pörssi (engl. *European Climate Exchange, ECX*) on likvidein sähköpörssi päästöoikeusyksiköiden vaihdannassa. Yli 90 prosenttia Euroopassa vaihdetuista päästöoikeusyksiköistä vaihtaa omistajaansa ECX-pörssin kautta (Ruokonen 2012).

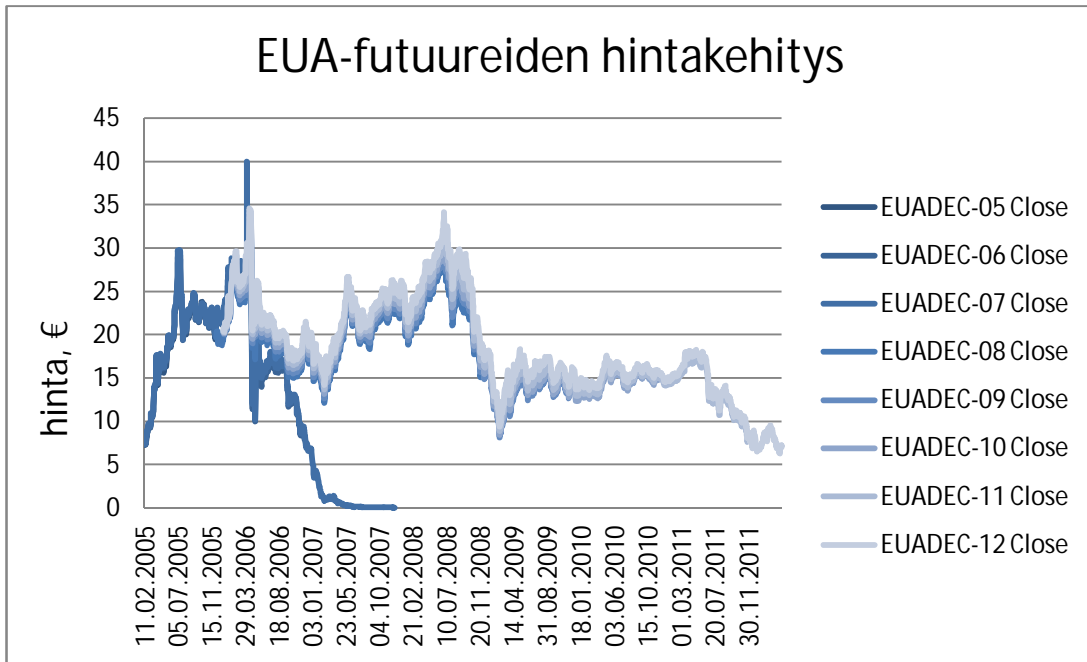
3.2. Päästöoikeusyksiköiden hinnat

Päästöoikeusyksiköiden hinnat määräytyvät markkinakysyntä- ja markkinatarjontafunktion leikkauspisteessä, kuten luvussa 2.3. esitin. Koska Euroopan komissio on kevään 2012 alhaisten päästöoikeusyksiköiden hintojen takia alkanut miettiä keinoja päästöoikeuskaupamarkkinaan puuttumiseksi ja päästöoikeusyksiköiden hintojen nostamiseksi, teen seuraavasti lyhyen katsauksen päästöoikeusyksiköiden hintakehitykseen.

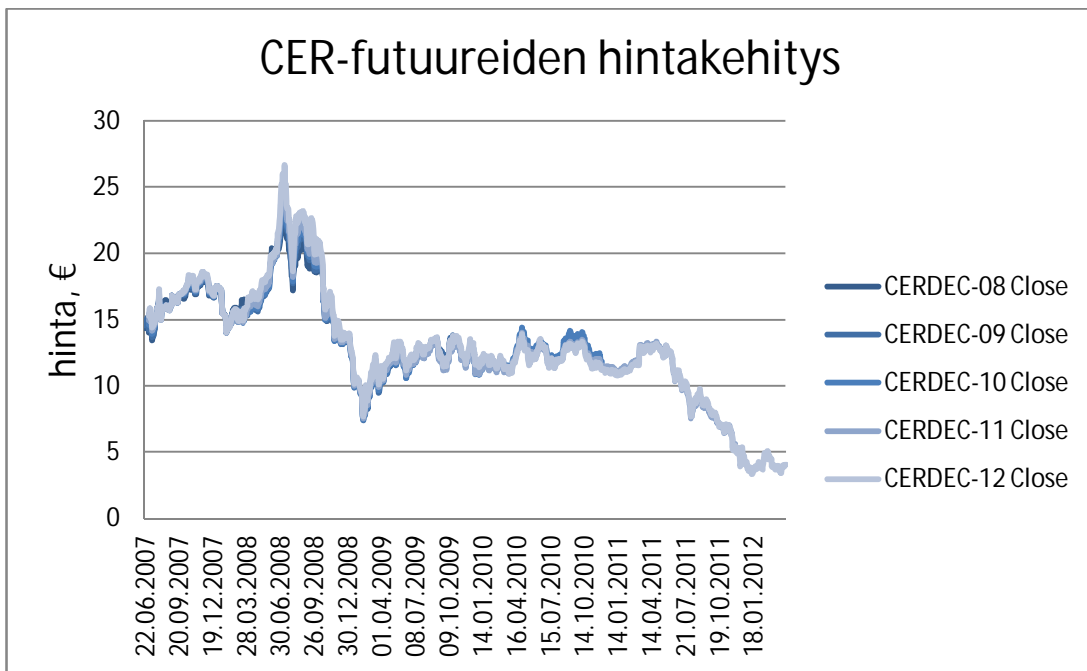
Päästöoikeusyksiköiden hinnat ovat vaihdelleet EU:n päästöoikeuskaupan olemassaolon aikana paljon. Niin kuin esimerkiksi Holm (2008, 20) ja Aatola ym. (2008a, 30) esittävät, ensimmäisellä EU:n päästöoikeuskaupakaudella 2005–2007 oli nähtävissä päästöoikeusyksiköiden runsasta ylijäämää eli päästöoikeusyksiköitä oli EU:n päästöoikeuskaupamarkkinoilla tarjolla liian suuri määrä todennettuun päästömäärään nähden. Kun päästöoikeusyksiköiden ylijäämä päästöoikeuskaupamarkkinoilla huomattiin julki tulleiden todennettujen päästötietojen seurauksena, EUA-yksikön hinta tippui vuoden 2005 noin 30 euron hiilidioksidiekvivalenttitonnin huippuhinnasta vuoden 2007 lopussa lähelle nollaa euroa (Holm 2008, 20; Aatola ym. 2008b, 85–86). Hinnan romahdukseen

vaikutti suurelta osin se, että ensimmäiseltä päästöoikeuskaupakaudelta 2005–2007 ei ollut pääasiallisesti mahdollista siirtää päästöoikeusyksiköitä toiselle päästöoikeuskaupakaudelle 2008–2012. World Bankin (2010, 5) analyysin mukaan EUA-yksikön hinta on korkeimmillaan käynyt EU:n toisella päästöoikeuskaupakaudella 2008–2012 vuoden 2008 heinäkuussa liki 33 eurossa. Heinäkuun 2008 jälkeen EUA-yksikön hinta on laskenut tasaisesti käyden alhaisimmillaan huhtikuussa 2012. Huhtikuun 2012 puoliväliin mennessä kauden alhaisimmat noteeraukset päästöoikeusyksiköille koettiin 4.4.2012, jolloin EUA-yksikön hinta kävi 5,99 eurossa ja CER-yksikön hinta kävi 3,27 eurossa (Montel 2012).

Kuva 3.1. havainnollistaa EUA-futuureiden hintakehitystä 11.2.2005 ja 17.4.2012 välisenä aikana ja kuva 3.2. havainnollistaa CER-futuureiden hintakehitystä 22.6.2007 ja 21.2.2012 välisenä aikana. Valitut ajat ovat täysin sattumanvaraisia eivätkä kata koko EU:n päästöoikeuskaupan historiaa, sillä Nord Poolin (2012) data oli saatavilla tällaisena. Koska tutkielmani päätarkoitus ei ole analysoida päästöoikeusyksikön hintaa, kuvista 3.1. ja 3.2. saa riittävän kuvan päästöoikeusyksiköiden hintakehityksestä. CER-futuureiden hinnat ovat EUA-futuureiden hintoja alhaisemmat CER-yksiköihin liittyvien epävarmuuksien ja riskien takia.



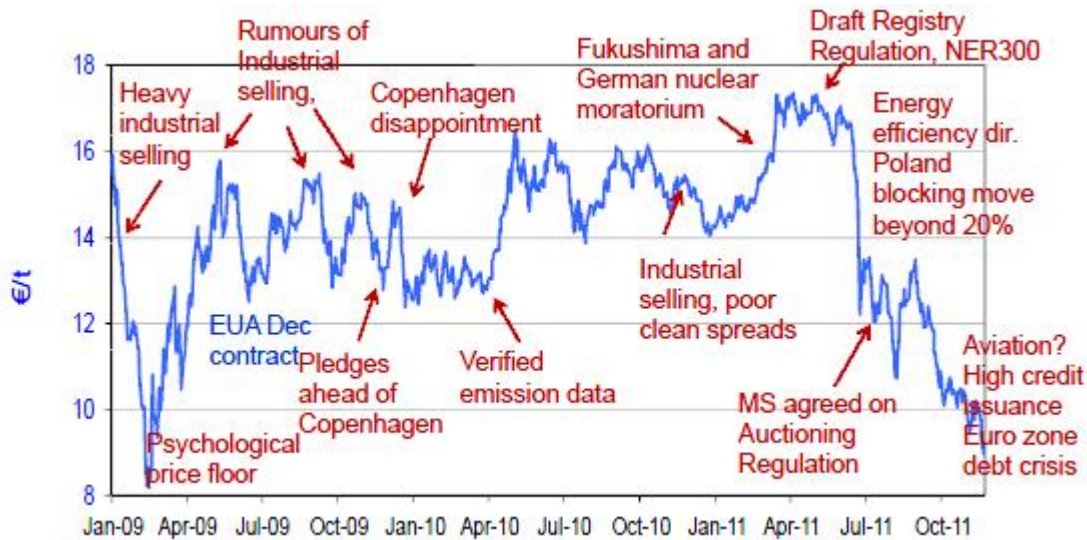
Kuva 3.1. EUA-futuureiden hintakehitys (Lähde: Nord Pool 2012)



Kuva 3.2. CER-futuureiden hintakehitys (Lähde: Nord Pool 2012)

Päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainotarkastelun kannalta, on mielenkiintoista miettiä, voiko runsas päästöoikeusyksiköiden ylijäämä saada päästöoikeusyksiköiden hinnat tippumaan nolnaan ensimmäisen päästöoikeuskauppauden tapaan. Thomson Reutersin Point Carbonin (2011a, 42) mukaan toisella päästöoikeuskauppaudella EUA-yksikön hinnan tippuminen nolnaan ei ole ensimmäisen päästöoikeuskauppauden tapaan todennäköistä, sillä päästöoikeusyksiköitä saa siirtää toiselta päästöoikeuskauppaudelta kolmannelle päästöoikeuskauppaudelle. Lyhyellä aikavälillä on myös mahdollista, että Euroopan komissio tiukentaa päästövähennysveloitettaan 20 prosentista 25 tai 30 prosenttiin. Pitkällä aikavälillä komissio on suunnitellut jo neljällä päästöoikeuskauppaudella. Mahdollinen päästökiintiön tiukentaminen tai tulevat päästöoikeuskauppaudet saavat varsinkin alijäämäiset sektorit suojautumaan tulevaisuuden niukkuutta vastaan ostamalla päästöoikeusyksiköitä varastoon suojautumisstrategiansa mukaisesti. Päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntä ei täysin lopahda huonoinakaan taloudellisina aikoina, mikä estää Thomson Reutersin Point Carbonin (2011a, 42) mukaan päästöoikeusyksiköiden hintoja romahtamasta nolnaan.

Kuva 3.3. havainnollistaa EUA-futuurin hintaan vaikuttavia tekijöitä, joita tarkastelen tarkemmin luvuissa 3.5 ja 3.6. päästöoikeusyksiköiden markkinakysynnän ja -tarjonnan kautta.



Kuva 3.3. EUA-futuurin hintaan vaikuttavia tekijöitä (Lähde: Thomson Reuters & Point Carbon 2011, 49)

Kuvasta 3.3. voidaan nähdä, että monet poliittiset asiat vaikuttavat päästöoikeuskauppamarkkinaan.

3.3. Päästöoikeusyksiköiden alkujako ja huutokauppa

Tässä luvussa esittelen, miten päästöoikeusyksiköt jaetaan markkinatoimijoille. Euroopan komission asettamaa päästökiintiötä EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä ohjaa Kioton pöytäkirjan ja EU-27 -alueen itselleen asettamat päästövähennysvelvoitteet. Kolmannella päästöoikeuskaupakaudella päästökiintiö vähenee lineaarisesti 1,74 prosenttia vuosittain. Lineaarinen vähenemä tehdään niiden päästöoikeusyksiköiden keskimääräisestä vuotuisesta kokonaismäärästä, jotka jäsenvaltiot ovat myöntäneet kansallisissa jakosuunnitelmissa kaudeksi 2008–2012 tehtyjen komission päätösten mukaisesti. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY, 70–71.) Päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärän lineaarinen vähenemä tarkoittaa vuosittain 37,4 miljoonan päästöoikeusyksikön vähenemää markkinatarjonnasta (Euroopan komissio 2011c). Euroopan komission asettama

päästöoikeusyksiköiden absoluuttinen päästokiintiö vuodelle 2013 on noin 2039,2 miljoonaa päästöoikeusyksikköä (Euroopan komission päätös 2010/634/EU). Vuodesta 2013 lähtien vuoteen 2020 mennessä päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärää on tarkoitus supistaa Euroopan unionin päästöoikeuskaupan piiriin kuuluvilta aloilta 21 prosenttia vuoden 2005 päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. (ETSK 2009, 68). Euroopan komissio keskustelee tällä hetkellä kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästokiintiön lineaarisen vähenemän kiristämisestä 1,74 prosentista 2,25 prosenttiin energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotukseen liittyen (Euroopan parlamentti 2012a).

Ensimmäisellä ja toisella päästöoikeuskauppakaudella Euroopan komissio jakoi EU:n laajuisen päästokiintiön kansallisiksi päästokiintiöiksi. Jäsenmaat tekivät Euroopan komissiolle ehdotuksen kansallisesta päästöoikeusyksiköiden jakamisesta (engl. *National Allocation Plan, NAP*) päästöoikeuskaupan piirissä oleville toimijoille. Komissio hyväksyi tai teki muutoksia jäsenmaiden NAP-ehdotuksiin. NAP-suunnitelmista luovutaan kolmannella päästöoikeuskauppakaudella. Vuodesta 2013 lähtien Euroopan komissio vastaa päästöoikeuksien alkujasta. Kolmannella päästöoikeuskauppakaudella tulee olemaan vain EU:n laajuinen päästokiintiö. Ensimmäisellä ja toisella päästöoikeuskauppakaudella päästöoikeusyksiköiden allokatio perustui historiallisiin päästöihin ja allokatio tapahtui kaikille päästökauppasektoreille pääasiallisesti ilmaisjakona. Esimerkiksi toisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden allokatio perustui jäsenmaiden todennettuihin päästöihin vertailuvuonna 2005. (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 16–18.) Kolmannella päästöoikeuskauppakaudella Euroopan komissio määrää suoraan päästöoikeusyksiköiden jakamisesta jäsenmaiden päästöoikeuskaupan piirissä oleville toimijoille ja NAP-ehdotuksista luovutaan kokonaan. (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 16–18.) Kolmannella päästöoikeuskauppakaudella päästöoikeusyksiköt pääasiallisesti huutokaupataan ja ilmaisjako perustuu benchmark-käytäntöön. Päästöoikeusyksiköiden jakaminen perustuu kolmannella päästöoikeuskauppakaudella neljään eri menetelmään: tuotteen vertailuarvoon, lämmön vertailuarvoon, polttoaineen vertailuarvoon ja prosessipäästöjen menetelmään (Euroopan komission päätös 2011/278/EY, 12). Päästöoikeuskaupan piiriin liittyville

uusille tuotantolaitoksille varataan 5 prosenttia päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY, 73).

EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä päästöoikeusyksiköt jaettiin ensimmäisellä päästöoikeuskaupakaudella 2005–2007 yrityksille 95 prosenttisesti ilmaisjakona. Toisella päästöoikeuskaupakaudella 2008–2012 yrityksille jaettiin päästöoikeusyksiköistä 90 prosenttia ilmaisjakona. Ensimmäisellä päästöoikeuskaupakaudella 2005–2007 jäsenmaiden oli mahdollista huutokaupata enintään 5 prosenttia päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. Toisella päästöoikeuskaupakaudella 2008–2012 jäsenmaiden on mahdollista huutokaupata enintään 10 prosenttia päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/87/EY, 36.) Thomson Reutersin Point Carbonin mukaan (2011, 18) tuo 10 prosenttia sisältää myös uusille toimijoille varattavat päästöoikeusyksiköt (engl. *new entrance reserve, NER*) noin 4 prosenttia, joten toisella päästöoikeuskaupakaudella huutokaupattavien päästöoikeusyksiköiden enimmäismäärä on noin 6 prosenttia päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. Ellermanin ym. (2010, 62) mukaan todellisuudessa ensimmäisellä päästöoikeuskaupakaudella päästöoikeusyksiköistä huutokaupattiin vain alle 0,2 prosenttia ja toisen päästöoikeuskaupakauden alussa päästöoikeusyksiköistä on huutokaupattu vain noin 3 prosenttia. Huutokaupattavien päästöoikeusyksiköiden määrää nostetaan kolmannella päästöoikeuskaupakaudella kahteen edeltävään päästöoikeuskaupakautteen verrattuna. Kolmannella päästöoikeuskaupakaudella 2013–2020 suurin osa päästöoikeusyksiköistä huutokaupataan tiettyjä poikkeuksia esimerkiksi hiilivuodolle herkkiä teollisuudenaloja lukuun ottamatta (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY, 71). Euroopan komissio on määritellyt erikseen päätöksellä 2010/2/EU päästökauppadirektiivissä 2009/29/EY mainitut hiilivuodolle herkät alat, jotka saavat päästöoikeusyksiköt pääasiallisesti ilmaisjakona. Egenhofer ym. (2011, iii) arvioivat, että huutokaupan määrää on tarkoitus nostaa 20 prosenttiin vuonna 2013, 70 prosenttiin vuonna 2020 ja 100 prosenttiin vuoteen 2027 mennessä jaettavasta päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärästä. Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 25) puolestaan arvioi, että joissakin jäsenmaissa kaikki päästöoikeusyksiköt huutokaupataan jo vuonna 2020. Euroopan komissio ei ole kuitenkaan julkaissut vielä huhtikuun 2012 lopulla tarkkoja kolmannen päästöoikeuskaupakauden

huutokaupattavien päästöoikeusyksiköiden määriä, sillä huutokaupattavat määrät riippuvat ilmaisjakona jaettavien päästöoikeusyksiköiden määrästä. Päästöoikeusyksiköiden ilmaisjaon hakuprosessi on vielä kesken, sillä kaikki jäsenmaat, kuten Saksa, eivät ole toimittaneet hakemuksiaan Euroopan komissiolle. (Janka 2012.)

Euroopan komissio määrää huutokaupoista huutokauppa-asetuksella 2010/1031/EU. Huutokaupoista on jo kokemuksia muun muassa Saksalla, Iso-Britanniassa, Hollannilla, Itävallassa, Kreikalla ja Liettualla, jotka ovat järjestäneet huutokauppoja ainakin vuosina 2011 ja 2012 eri huutokauppapaikoissa. NER300-huutokaupat eli uusille toimijoille varattavien kolmannen päästöoikeuskauppakauden 300 miljoonan päästöoikeusyksikön huutokaupat alkoivat joulukuussa 2011 Euroopan Investointipankin (engl. *European Investment Bank, EIB*) kautta. Euroopan Investointipankki huutokauppaa kuukausittain 20 miljoonaa päästöoikeusyksikköä kymmenen kuukauden ajan 2.10.2012 asti. Loput 100 miljoonaa päästöoikeusyksikköä huutokaupataan ennen vuoden 2013 alkua, mutta ei välttämättä heti ensimmäisen huutokauppaerän perään. Tarkempaa tietoa ajankohdasta ei vielä ole. NER300-huutokaupoilla rahoitetaan muun muassa uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja hiilidioksidin talteenottoprojekteja (engl. *carbon capture and storage, CCS*). (European Investment Bank 2012.) NER300-huutokauppojen lisäksi 120 miljoonaa EUA-yksikköä on tarkoitus huutokaupata aikaisissa kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupoissa kaikille markkinatoimijoille ennen kolmannen päästöoikeuskauppakauden alkua. Aikaiset huutokaupat on tarkoitettu erityisesti energiayhtiöiden suojaustoiminnan avuksi, jotta sähkön hintapiikeiltä vältyttäisiin. Euroopan komission heinäkuisen 2011 päätöksen mukaan 120 miljoonaa kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksikköä tulisi huutokaupata toisen vuosineljänneksen 2012 loppuun mennessä (Euroopan komissio 2011e). Aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat ovat kuitenkin myöhästymässä. Jotta aikaiset huutokaupat voisivat toteutua ajallaan, unionin yhteisen päästöoikeuskaupparekisterin, jota käsitellen luvussa 3.4. tarkemmin, ja yhteisen huutokauppapaikan tulisi olla toimintakunnossa (Barclays Capital 2012b, 6). Euroopan komission yhteisen huutokauppapaikan valintaprosessi on tämän tutkielman kirjoitushetkellä huhtikuussa 2012 käynnissä. Kaikki EU:n päästöoikeuskaupan osallistujamaat, Saksaa, Puolaa ja Iso-Britanniaa lukuun ottamatta ovat ilmoittaneet

halukkuutensa osallistua huutokauppoihin EU:n yhteisessä huutokauppapaikassa, jonka huutokaupamuodoksi on valittu yhden kierroksen suljettu huutokauppa yhtenäishinnoittelulla. EU:n yhteisessä huutokauppapaikassa myydään noin 60 prosenttia huutokaupattavista päästöoikeusyksiköitä. Saksa, Puola ja Iso-Britannia myyvät omat huutokaupattavien päästöoikeusyksiköiden kiintiönsä niin kutsutuilla opt out -huutokauppapaikoilla. EU:n yhteisessä huutokauppapaikassa huutokauppoja järjestetään ehkä kaksi kertaa viikossa ja opt out -huutokauppapaikoissa ehkä kerran viikossa. EU:n yhteisessä huutokauppapaikassa huutokaupattavat tuotteen ovat todennäköisesti kahden päivän spot ja viiden päivän futuuri, jotka myydään 500 tai 1000 päästöoikeusyksikön erissä. Tiedot tarkentuvat, kun huutokauppapaikka saadaan valittua. (Wasenius 2012.) Euroopan komission, Puolan ja Iso-Britannian aikaiset huutokaupat myöhästyivät ja alkavat näillä näkymin vasta syksyllä 2012. Saksan tulisi aloittaa kesällä 2012 mahdollisesti 24 miljoonan päästöoikeusyksikön aikaiset huutokaupat. Puola on aikeissa myydä liki 15 miljoonaa päästöoikeusyksiköitä aikaisissa huutokaupoissa marras-joulukuussa 2012 samaan aikaan, kun Iso-Britannian on määrä aloittaa noin 19 miljoonan päästöoikeusyksikön aikaiset huutokaupat (Thomson Reuters & Point Carbon 2012h, 1). Aikaisten huutokauppojen myöhästyminen ja ongelmat yhteisen päästöoikeuskauppa-alustan hyväksymisprosessissa voivat johtaa huutokaupattavan päästöoikeusmäärän supistumiseen 50 miljoonaan päästöoikeusyksikköön Euroopan komission heinäkuisen 2011 päätöksen mukaisesti. Toteutuessaan tämä tarkoittaisi suunniteltua suppeampaa päästöoikeusyksiköiden tarjontaa vuonna 2012.

EU:n päästöoikeuskaupan piiriin kuuluvat alat ovat saaneet vuosina 2008–2012 ja tulevat saamaan vuosina 2013–2020 hyvin vaihtelevasti päästöoikeusyksiköitä itselleen. Päästöoikeusyksiköt ovat myös keskittyneet joillekin tietyille yrityksille. Kymmenen suurinta yritystä tarvitsee 33 prosenttia markkinoilla olevista päästöoikeusyksiköistä (Trotignon & Delbosc 2008, 26). Sähkön- ja lämmöntuotantolaitokset kattavat Thomson Reutersin Point Carbonin (2011, 20) mukaan noin 50 prosenttia EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöistä. Trotignon ym. (2008, 19) mukaan energiasektorille keskittyi melkein 80 prosenttia allokoiduista päästöoikeusyksiköistä vuonna 2006 koksiiunit ja jalostamot mukaan luettuna. Carbon Market Datan (2012) mukaan vuonna 2010 RWE tuotti 7

prosenttia, E.ON 5 prosenttia ja Vattenfall 4,7 prosenttia EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästömäärästä vuonna 2010. Energiateollisuus on vuosina 2008–2012 EU:n päästöoikeuskaupan alijäämäisin sektori päästöoikeusyksiköiden ilmaisen alkujakon suhteen noin 950 miljoonan päästöoikeusyksikön alijäämällä. Thomson Reutersin Point Carbonin (2011a, 20–41) mukaan sähköntuotanto on 100 prosenttisesti alijäämäinen kolmannella päästöoikeuskaudella eli se ei saa ilmaisjakona yhtään päästöoikeusyksikköä. (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 20–41.) Deutsche Bankin (2011a, 1) mukaan tosin joidenkin tiettyjen jäsenmaiden, kuten Puolan ja Tsekin sähköntuottajat, voivat saada siirtymävaiheessa kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksikkönsä ilmaisjakona. Myös yhteistuotannolla (engl. *combined heat and power, CHP*) tuotettu lämpö ja jäähdytys saavat jonkin verran päästöoikeusyksiköitä lämmön vertailuarvoon perustuvassa ilmaisjaossa (Erätuuli 2012). Muut teollisuuden sektorit saavat ilmaisjakona vuonna 2013 80 prosenttia harmonisoidusta ilmaisjaosta alentuen vuosittain ollen vuonna 2020 30 prosenttia harmonisoidusta ilmaisjaosta. Vuonna 2027 ilmaisjaosta luovutaan kokonaan teollisuuden sektoreilla. Metalliteollisuus on vuosina 2008–2012 EU:n päästöoikeuskaupan ylijäämäisin sektori päästöoikeusyksiköiden ilmaisen alkujakon suhteen noin 400 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämällä (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 20–41). Metalliteollisuus on ylijäämäinen sen takia, että se on erityisen altis hiilivuodolle eli teollisuuden siirtymiselle kevyemmän ympäristölainsäädännön piiriin esimerkiksi Aasiaan. EU:n päästöoikeuskaupassa allokatiivinen tehokkuus perustuu siihen, että kauppaa käydään ylijäämäsektoreilta alijäämäsektoreille. Esimerkiksi metalliteollisuuden ylijäämäiset päästöoikeusyksiköt löytävät ostajan alijäämäisestä energiategollisuudesta ja ylijäämäisten itäeurooppalaisten maiden päästöoikeusyksiköt löytävät ostajan alijäämäisistä länsieurooppalaisista valtioista.

Vuonna 2012 EU:n päästöoikeuskauppaan liittyneen lentoliikenteen ensimmäinen päästöoikeuskauppakausi kattaa vuoden 2012 ja toinen päästöoikeuskauppakausi kattaa vuodet 2013–2020 yhtenäistetyksi muiden päästöoikeuskauppasektoreiden kanssa. Lentoliikenne saa 85 prosenttia päästöoikeusyksiköistään ilmaisjakona ja 15 prosenttia lentoyhtiöiden päästöoikeusyksiköistä huutokaupataan vuonna 2012. Vuonna 2012 lentoliikenteelle jaettiin päästöoikeusyksiköitä 97 prosenttia vuosien 2004–2006

keskimääräisistä päästöistä. Vuonna 2013 lentoliikenteen päästöoikeuskiintiö kiristyy 95 prosenttiin vuosien 2004–2006 keskimääräisistä päästöistä. Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 13–14) arvioi, että lentoliikenteen päästökauppa vuonna 2012 on 265 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Orbeo (2012a, 3) puolestaan arvioi, että lentoliikenteen päästökauppa vuonna 2012 on 212 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja vuodesta 2013 lähtien vuosittain 202 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 13–14) ennustaa, että vuosina 2012–2020 lentoliikennesektori olisi alijäämäinen 740 miljoonan verran päästöjen kahden prosentin vuosittaisella kasvuvauhdilla.

3.4. Päätöksenteko ja valvonta

Tässä luvussa esittelen EU:n päästöoikeuskaupan päätöksentekoa ja valvontaa. Euroopan komissio tekee EU:n päästöoikeuskauppaa koskevat päätökset muun muassa liikkeelle laskettavien päästöoikeusyksiköiden alkujaon kokonaismäärästä eli päästökaupasta sekä EU:n päästöoikeuskauppaa koskevista säännöistä. Jokaisen jäsenmaan paikalliset viranomaiset ovat vastuussa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivien ja asetusten toimeenpanosta jäsenmaissa. Päästöoikeuskauppajärjestelmään kuuluville laitoksille jaetaan päästöoikeusyksiköt jokaiselle alkavalle vuodelle erikseen aina helmikuun lopussa. Laitosten tulee palauttaa edellisen vuoden päästöjään vastaava määrä päästöoikeusyksiköitä viranomaisille huhtikuun loppuun mennessä. Jos laitos ei palauta edellisen vuoden päästöjä vastaavaa määrää päästöoikeusyksiköitä viranomaisille, viranomaisen määrää laitokselle ylitysmaksun. Vuosina 2005–2007 ylitysmaksun suuruus oli 40 euroa jokaiselta hiilidioksidiekvivalenttitonnilta, jolta päästöoikeusyksiköitä ei palautettu (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/87/EY, 37). Vuosina 2008–2012 ylitysmaksun suuruus on nostettu 100 euroon jokaista ylittävää hiilidioksidiekvivalenttitonnia kohden (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/101/EY, 13). Päästökauppalaain (311/2011, 68§) mukaan vuodesta 2013 lähtien myönnettyjen päästöoikeusyksiköiden ylitysmaksua korotetaan Euroopan kuluttajahintaindeksin mukaisesti. Toukokuussa Euroopan komissio julkaisee laitoskohtaiset tiedot, ovatko laitokset noudattaneet komission

sääntöjä ja palauttaneet kunkin vuoden päästöjään vastaavan määrän päästöoikeuksia päästökaupparekisteriin (CITL 2012).

EU:n tasolla Euroopan komissio tarkkailee päästöoikeuskaupan toimintaa ja työ- ja elinkeinoministeriön alainen Energiamarkkinavirasto valvoo päästöoikeuskaupan toteutumista ja päästöjen todentamista Suomessa. Jäsenmaiden kansalliset ja EU:n laajuinen päästöoikeuskaupparekisteri (engl. *Community Independent Transaction Log, CITL*) seuraavat päästöoikeusyksiköiden rekisteröintiä ja monitorointia (Euroopan komissio 2011b). Toisella päästöoikeuskaupakaudella päästöoikeuskaupparekistereiden turvallisuus on saanut runsaasti moitteita. Joidenkin jäsenmaiden kansallisista päästöoikeuskaupparekistereistä on varastettu huomattavia määriä päästöoikeusyksiköitä (Helsingin Sanomat 2011). Lisäksi EU:n päästöoikeuskauppaa on käytetty laittoman toiminnan, kuten veronkierron ja rahanpesun välineenä. Euroopan komissio yrittää uusilla turvallisuusohjeilla ja markkina- ja valvontaa lisäämällä saada päästöoikeuskauppajärjestelmän turvallisemmaksi. (Euroopan komissio 2010a.) EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmään yritetään tehdä parannuksia tuleville päästöoikeuskaupakausille aikaisempien päästöoikeuskaupakausien kokemuksella. Vastauksena rekistereitä koskevaan moitteeseen, kesällä 2012 EU:n päästöoikeuskaupan toimijat siirtyvät uuteen unionin yhteiseen rekisteriin (engl. *European Union Transaction Log, EUTL*). EUTL-rekisteri aktivoitiin osittain helmikuussa 2012, jotta lentoyhtiöt pystyivät luomaan rekisteritilejään ja vastaanottamaan ilmaisjaossa saamiaan päästöoikeusyksiköitä. (Euroopan komissio 2012a.) EUTL-rekisteriin tulevat jatkossa myös CER- ja ERU-yksiköt, jotka ovat aikaisemmin olleet YK:n alaisessa ITL-rekisterissä (engl. *International Transaction Log, ITL*) linkitettyinä CITL-rekisteriin (Hepola 2012). Päästöoikeuskaupparekisteriä koskeva Euroopan komission rekisteriasetus 1193/2011 tuli voimaan tammikuun alussa 2012. Euroopan komissio haluaa tiukentaa tilejä koskevia vaatimuksia rekisteritietojen suojaamiseksi ja väärinkäytösten välttämiseksi. Kansallisilla rekisteriviranomaisilla on velvollisuus tarkistaa muun muassa tilinomistajan rikosrekisteri, jos hän on yksityinen henkilö. (Energiamarkkinavirasto 2012.) Unionin yhteisen rekisterin turvallisuustaso on kansallisia rekistereitä huomattavasti korkeampi (Euroopan komissio 2012a). Kansallisissa rekistereissä on ollut hyvin suuria eroja turvallisuus- ja suojaustasossa maakohtaisesti.

Kolmannelle päästöoikeuskaupakaudelle tulee myös muutoksia päästöjen tarkkailuun, raportointiin, akkreditointiin ja todentamiseen omilla asetuksillaan (Ilme 2012). Asetusten tavoitteena on yhdenmukaistaa päästöoikeuskaupan toimeenpanoa EU:n jäsenmaissa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012).

3.5. Päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään vaikuttavat muuttajat

Tässä luvussa hahmottelen päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään vaikuttavia tekijöitä. Päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään EU:n päästöoikeuskaupassa vaikuttavat monet tekijät: tuotannon kehitys ja tuotannon kehitykseen vaikuttavat tekijät sekä yritysten päästöjen puhdistusmahdollisuudet ja -kustannukset (Aatola, Ollikainen & Ollikka 2008a, 29). Puhdistuskustannukset määräytyvät yritysten rajapuhdistuskustannusfunktioiden kulmakerrointen perusteella, kuten esitin kuvan 2.1. yhteydessä aikaisemmin. Sähkön- ja lämmöntuotanto on EU:n päästöoikeuskaupan suurin yksittäinen teollisuuden sektori. Sähkön- ja lämmöntuotanto on myös EU:n päästöoikeuskaupan alijäämäisin sektori, kuten totesin luvussa 3.3. Sähkön- ja lämmöntuotantolaitokset vaikuttavat suurimpana päästöoikeuskauppasektorin toimijana eniten päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään, sillä sähköntuotantolaitokset tarvitsevat runsaasti päästöoikeusyksiköitä tuottaessaan sähköä fossiililla polttoaineilla. Jos sähköntuotantolaitokset valitsevat sähköntuotantotavakseen esimerkiksi ydinvoiman tai muun hiilidioksidineutraalin sähköntuotantotavan, hiilidioksidipäästöjä ei synny fossiilisten polttoaineiden käyttöön verrattavaa määrää sähköntuotantoprosessin sivutuotteena ja sähköntuotantolaitokset kysyvät vähemmän päästöoikeusyksiköitä. (Aatola ym. 2008b, 86.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/28/EY mukaan uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuuden on oltava vähintään 20 prosenttia energian kokonaisloppukulutuksesta Euroopan yhteisössä vuonna 2020. Lisääntynyt uusiutuvan energian käyttö todennäköisesti korvaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä sähköntuotantopanoksina tulevaisuudessa. Tällä hetkellä Euroopassa on runsaasti

uusiutuvan energian kapasiteettia käytössä muun muassa lukuisten päällekkäisten uusiutuvan energian tukijärjestelmien seurauksena. EU:lla ei ole yhtenäistä tukijärjestelmää uusiutuvalle energialle. Jäsenmaiden omalla vastuulla on ollut uusiutuvan energian direktiivin 2009/28/EY kansallinen toimeenpano ja tarpeellisten kansallisten kannustinjärjestelmien luominen. Uusiutuvan energian syöttötariffijärjestelmät ovat johtaneet Barclays Capitalin (2012, 1) mukaan 50 gigawatin aurinko- ja tuulivoiman kapasiteetin liittymiseen keskieurooppalaisilla sähkömarkkinoille vuosina 2010–2011. Rungas uusiutuvan energian kapasiteetti on laskenut Barclays Capitalin mukaan (2012, 1) päästöoikeusyksikön hintaa pienentämällä samalla kivihieillä ja maakaasulla ajavien sähkölaitosten katteita. Eurelectric (2009, 123–124) arvioi, että vuonna 2020 EU-27 -alueen uusiutuvan energian käyttö sähköntuotannossa kasvaa 24,4 prosenttiin vuosittaisesta sähköntuotannon kokonaismäärästä primäärienergian mukaisesti laskettua. Vuonna 2006 vuosittaisesta sähköntuotannosta 15,7 prosenttia ja vuonna 2007 16,6 prosenttia tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä. Uusiutuvan energian käyttö kasvaa vuodesta 2007 75 prosenttia vuoteen 2020 mennessä samalla kuin sähköntuotannon kokonaismäärä kasvaa vuodesta 2007 18,9 prosenttia vuoteen 2020. Eurelectricin (2009, 123–124) mukaan fossiilisten polttoaineiden käyttö kasvaa vuodesta 2007 12,1 prosenttia vuoteen 2020 mennessä eli fossiilisten polttoaineiden suhteellinen osuus ei kasva yhtä nopeasti kuin uusiutuvien energialähteiden osuus. Eurelectric (2009, 124) arvioi, että EU-30 -alueella vuosittainen sähkökokonaistuotanto kasvaa 25,1 prosenttia, fossiilisten polttoaineiden käyttö kasvaa 20,9 prosenttia ja uusiutuvien energialähteiden käyttö kasvaa 64,3 prosenttia. International Energy Agency (2010c, 230–235) puolestaan arvioi, että EU:n uusiutuvien energialähteiden käyttö sähköntuotannossa lisääntyy vuoden 2008 17 prosentista vuoteen 2020 mennessä 30 prosenttiin vuosittaisesta sähkön kokonaistuotannosta. International Energy Agency (2010c, 2030–235) ennustaa samalla fossiilisten polttoaineiden suhteellisen osuuden laskevan ja sähköntuotannon päästöjen vähenevän hiilettömyyden (engl. *decarbonisation*) lisääntyessä. Uusiutuvan energian direktiivin lisäksi myös energiatehokkuusdirektiivi ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus vaikuttavat päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään vähentämällä päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää.

Ydinvoiman lisäämis- ja luopumispäätökset vaikuttavat päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Muun muassa Saksa teki maanjäristyksen ja tsunamin aiheuttaman Japanin Fukushima ydinonnettomuuden 11.3.2011 jälkeen päätöksen, että se luopuu porrastetusti ydinvoimastaan vuoteen 2022 mennessä. Saksan aikomuksena on korvata ydinvoima uusiutuvalla energialla. Saksa tuotti vuonna 2007 sähköstään 22 prosenttia ja vuonna 2006 sähköstään 26 prosenttia ydinvoimalla (Eurelectric 2009, 11). On hyvin mahdollista, että Saksa joutuu korvaamaan ydinvoimaansa ainakin aluksi fossiililla polttoaineilla, jos Saksa ei muuta ydinvoimapäätöstään. Ydinvoiman korvaaminen täysin uusiutuvalla energialla on varsin haasteellista Saksan suuren ydinvoimakapasiteetin ja ydinvoiman tehokkuuden takia. Reutersin (2012b) haastatteleman Barclays Capitalin analyytikon Amritan Sen mukaan Saksan hiilidioksidipäästöt voivat lisääntyä 40 miljoonalla tonnilla vuodessa Saksan ydinvoimapäätöksen takia. Italialaisen Nomisma Energian Mazzoni puolestaan arvioi, että Saksan ydinvoimapäätös voi nostaa hiilidioksidipäästöjä 20–29 miljoonalla tonnilla vuosittain. Deutsche Bankin arvio Saksan ydinvoimapäätöksestä on 370 miljoonaa tonnia ylimääräisiä hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2020 asti. Societe Generale puolestaan arvioi Saksan ydinvoimapäätöksen lisäävän hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2020 asti 406 miljoonaa tonnia. (Thomson Reuters 2012b.) Toisaalta ydinvoimapäätös voi karkottaa myös teollisuutta Saksasta ja Euroopasta, jos päästöoikeusyksikön ja sähkön hinnat nousevat ydinvoimasta luopumisen takia kovasti (Taloussanomien 2011). Ydinvoimapäätökset vaikuttavat siis voimakkaasti päästöoikeusyksiköiden kysyntään.

Pohjoismaissa vesivoiman tuotantomäärällä ja sademäärällä on vaikutuksensa fossiilisten polttoaineiden käytettyyn määrään ja fossiilisten polttoaineiden käytön kautta päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Sähkön hinta, sähköntuotantolaitosten tuotantopäätökset sekä tuotannossa käytetyt energiahyödykkeet ja polttoaineet vaikuttavat päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Energiahyödykkeiden ja polttoaineiden suhteellisilla hinnoilla, hintaerolla ja vaihtohinnoilla (engl. *fuel switching price*) on myös vaikutuksensa päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. (Aatola ym. 2008b, 86.) Sähköntuottajat esimerkiksi kysyvät enemmän päästöoikeusyksiköitä, kun kivihiihilauhdetuotannon kate (engl. *clean dark spread*) tai maakaasulauhdetuotannon kate

(engl. *clean spark spread*) kasvavat. Kun katteet pienenevät, sähköntuottajat kysyvät vähemmän päästöoikeusyksiköitä. Kun katteet ovat hyvät, sähköyhtiöt tekevät suojauksia johdannaiskauppana. Maakaasulauhdetuotannon katteen vaikutus päästöoikeuskaupparakkeinoille on selvästi pienempi kuin kivihiililauhdetuotannon katteen, sillä maakaasulauhdetuotannon katteessa päästöoikeusyksikön kustannuksella on pienempi merkitys. Kivihiililauhdetuotannon kate tarkoittaa sähkön peruskuormaa vähennettynä kivihiilen ja päästöoikeusyksiköiden kustannuksilla. Maakaasulauhdetuotannon kate tarkoittaa sähkönperuskuormaa vähennettynä maakaasun ja päästöoikeusyksiköiden kustannuksilla. (Aatola, Ollikka, Ollikainen 2012, 6.)

Kun talous kasvaa, teollisuus tarvitsee enemmän energiaa ja voimistunut sähköntuotannon kysyntä vaikuttaa suoraan päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Teollisuustuotannon määrällä, tuotannon teholla ja tuotannon tehon parannuksilla on vaikutuksensa päästöoikeusyksikön markkinakysyntään (Thomson Reutersin Point Carbon 2001, 22–24). EU:n talouskasvua voi tarkkailla talouskasvuennusteiden ohella muun muassa seuraamalla EU:n teollisuuden ostopäällikköindeksin kehitystä (engl. *Purchasing Managers Index, PMI*). Kuluttajien energiantarve vaikuttaa myös osaltaan päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Sääolosuhteilla on myös merkityksensä päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään. Kylmä talvi lisää asuntojen ja liikekiinteistöjen lämmityksen tarvetta ja nostaa sähköntuotannon kapasiteettia. Lämmin sää puolestaan vähentää asuntojen ja liikekiinteistöjen lämmityksen tarvetta ja laskee sähköntuotannon kapasiteettia. (Aatola ym. 2008a, 28–32.) Esimerkiksi vuoden 2011 loppupuolen poikkeuksellisen lämmin sää Euroopassa laski sähkön hintaa ja vähensi päästöoikeusyksiköiden kysyntää. Yhdistettynä Euroopan talouskriisin vaikutuksiin päästöoikeusyksikön hinta on huhtikuussa 2012 noteerattu kuluvan päästöoikeuskaupakauden alimmalle tasolle, kuten luvussa 3.2 mainitsin.

Euroopan komission tekemillä poliittisilla päätöksillä on ollut huomattava rooli ainakin vuoden 2011 loppupuolen ja vuoden 2012 alkupuolen päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään ja hintakehitykseen. Päästöoikeuskaupparakkinat ovat olleet hermostuneet varsinkin energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotusta ja

päästöoikeusyksiköiden mitätöintiä eli set asidea koskevien poliittisten päätösten ollessa ajankohtaisia. Volatiliteetti on myös ollut suuri ennen tärkeiksi koettuja poliittisia äänestyksiä. Suuri volatiliteetti on kertonut päästöoikeuskaupamarkkinoilla vallitsevasta epävarmuudesta. Myös esimerkiksi kansainvälisten lentoyhtiöiden uhka jäädä pois EU:n päästöoikeuskaupasta vaikuttaa päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää. Maailman ensimmäisen päästöoikeuskauppasodan uhka ja muut taloudellisten painostuskeinot ovat äärimmilleen vietyä politiikkaa, jolla on vaikutuksensa EU:n päästöoikeuskaupamarkkinaan.

Kuten olemme huomanneet, hyvin monet asiat vaikuttavat päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää. Fundamenttitekijöiden muutokset kuten muutokset suhteellisissa polttoaineiden hinnoissa, säässä, talouden aktiivisuudessa ja politiikassa vaikuttavat päästöoikeusyksikön markkinakysynnän ja sitä kautta hinnan muutoksiin. Lisäksi markkinatoimijoiden käyttäytyminen esimerkiksi alijäämäisten sektoreiden suojautuminen kolmatta päästöoikeuskaupakautta varten, voittojen kotiuttaminen sekä ylijäämäisten sektoreiden halukkuus työntää ylimääräisiä päästöoikeusyksiköitä markkinoille vaikuttavat kaikki päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään ja hinnan muodostumiseen. Ei pidä unohtaa markkinapsykologiaa ja sentimenttisiä tekijöitä, joilla on oma merkityksensä päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntään ja hintaan. Tekninen analyysi on yksi keino tulkita päästöoikeuskaupamarkkinaa markkinapsykologian mukaisesti (Thomson Reuters & Point Carbon 2011a, 44–50.)

3.6. Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan vaikuttavat muuttujat

Tässä luvussa hahmottelen päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan vaikuttavia tekijöitä. Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonta on EU:n tasolla varsin kiinteä. Euroopan komissio asettaa jokaiselle EU:n päästöoikeuskaupakaudelle päästökiintiön eli absoluuttisen päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärän haluttujen päästövähennystavoitteiden mukaisesti, kuten esitin aikaisemmin luvussa 3.3. EU:n

päästöoikeuskauppajärjestelmän päästökiintiön tiukentuminen pienentää päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa.

Euroopan komissio on viime aikoina keskustellut EU:n päästövähennystavoitteen kiristämisestä 20 prosentista 25 tai 30 prosenttiin vuonna 2020. Alun perin päästövähennysvelvoitteen kiristämisestä puhuttiin ehdollisena kansainvälisen ilmastopimuksen syntymiselle. Nyt kuitenkin päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämäisyyden ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen takia päästövähennystavoitteen kiristämistä on ehdotettu päästöoikeuskaupasektorin päästökiintiötä pienentämällä myös kansainvälisestä ilmastopimuksesta irrallaan. Vuoden 2012 alussa päästöoikeusyksiköistä on arveltu olevan ylijäämää päästöoikeusmarkkinoilla niin paljon, että Euroopan komissio harkitsee 1,4 miljardin tai muun tarpeellisen päästöoikeusyksikkömäärän vetämistä pois markkinoilta kuten luvussa 1.1 aikaisemmin mainitsin. Mahdollinen päästöoikeusyksiköiden vetäminen pois markkinoilta joko väliaikaisesti tai lopullisesti vaikuttaa päästöoikeusyksiköiden kiinteänä pidettyyn markkinatarjontaan ja luo päästöoikeuskaupamarkkinoille epävarmuutta. Euroopan komissio voi väliaikaisella tai lopullisella set aside -päätöksellä vaikuttaa päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa. Markkinatarjonta heilahtelee, jos komissio päättää esimerkiksi viivyttää päästöoikeusyksiköiden liikkeelle laskua lykkäämällä huutokauppoja ja tuomalla viivytetyt päästöoikeusyksiköt markkinoille myöhemmin. Joidenkin tietojen mukaan komissio tosin suunnittelee ensin lykkäävänsä huutokauppoja ja sitten vetävänsä nämä päästöoikeusyksiköt kokonaan markkinoilta kiristäen samalla EU:n päästövähennystavoitetta 20 prosentista 30 prosenttiin vuonna 2020. Tiedot Euroopan komission suunnitelmista ovat melko hajanaisia, joten nähtäväksi jää, millaisia päästöoikeuskaupamarkkinan tasapainoon vaikuttavia päätöksiä komissio tekee tulevaisuudessa. Niin kuin aiemmin luvussa 3.5. mainitsin poliittisten päätösten vaikuttavan päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää, sama pätee myös päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan. Poliittisilla päätöksillä on suuri merkitys päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää ja -tarjontaan. Erityisesti poliittiset päätökset luovat epävarmuutta päästöoikeuskaupamarkkinoille, jos sovittuja asioita muutetaan.

Hankeyksiköiden voidaan ajatella joko lisäävän päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa tai vähentävän päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää, niin kuin luvussa 2.3. mainitsin. Tässä tutkielmassa ajattelen hankeyksiköiden lisäävän päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa. EU:n päästöoikeuskaupamarkkinoille tulevat CER- ja ERU-yksiköt, lisäävät päästöoikeusyksiköiden kokonaismäärää. II-hankkeiden vähäisyyden takia, ERU-yksiköillä ei ole CER-yksiköiden kaltaista merkitystä päästöoikeuskaupamarkkinaan (Aatola ym. 2008b, 89–92.) Uusille päästöoikeuskaupasektorin toimijoille varattavat päästöoikeusyksiköt lisäävät myös päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa, jos niitä ei ole otettu mukaan Euroopan komission ilmoittamaan päästökiintiöön. Tosin toisella ja kolmannella päästöoikeuskaupakaudella Euroopan komission ilmoittama vuosittainen päästökiintiö sisältää NER-yksiköt (Janka 2012). Kolmannen päästöoikeuskaupakauden päästöoikeusyksiköiden NER300-huutokaupat sekä aikaiset 120 miljoonan päästöoikeusyksikön huutokaupat, jotka tapahtuvat jo toisen päästöoikeuskaupakauden aikana, lisäävät päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa toisella päästöoikeuskaupakaudella, mutta vähentävät myydyn päästöoikeusyksikkömäärän verran markkinatarjontaa kolmannelta päästöoikeuskaupakaudelta. Kolmannen päästöoikeuskaupakauden päästöoikeusyksiköitä voi palauttaa päästöjä vastaavasti vuodesta 2013 alkaen.

World Bankin (2010, 5) mukaan laman seurauksena päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonta on kasvanut yritysten muuttuessa päästöoikeusyksiköitään rahaksi, kun pääoman saaminen rahoitusmarkkinoilta on erilaisten tiukentuneiden riskianalyysien takia ollut vaikeampaa. Päästöoikeuskaupamarkkinoita on siis käytetty rahoitusvälineenä, kun rahoitusmarkkinoilta lainansaanti on heikentynyt pankkien ollessa epäluuloisia. Suurina määrinä lisääntynyt yksittäisten yritysten päästöoikeusyksiköiden tarjonta voi vaikuttaa päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan. Päästöoikeuskaupamarkkinan tasapaino voi vääristyä, kun yritykset tekevät päästöoikeusyksiköillä muun muassa spot-kauppaa saatuaan kuluvan vuoden päästöoikeusyksiköt rekisteritileilleen helmikuussa. Päästöoikeusyksiköiden myynnillä voi rahoittaa liiketoimintaa varsin nopeasti äkillisessä käteisvarantojen tarpeessa. Päästöoikeusyksikön hinta voi laskea lisääntyneen päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan takia hetkellisesti. Yritykset tarvitsevat

kuitenkin viimeistään seuraavan vuoden huhtikuun loppuun mennessä kuluvan vuoden päästöjään vastaavan määrän päästöoikeusyksiköitä palautettavaksi päästöoikeuskaupparekisteriin. Jos päästöoikeusyksiköillä toimintaansa rahoittaneet yritykset eivät ole ostaneet myymiään päästöoikeusyksiköitä ajoissa takaisin, päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntä voi ennen huhtikuun loppua vastaavasti kasvaa niukkuutta aiheuttaen ja nostaa päästöoikeusyksikön hintaa hetkellisesti. EU:n päästöoikeuskaupan piirissä ei ole tosin vielä havaittu suurta niukkuutta päästöoikeusyksiköistä.

Päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan vaikuttava suurin tekijä mahdollisten Euroopan komission tekemien päätösten, kuten set aside -päätöksen lisäksi ovat päästöoikeuskaupamarkkinoille tulevat hankeyksiköt. Ensimmäisellä ja toisella päästöoikeuskaupakaudella on ollut epävarmaa, kuinka paljon hankeyksiköitä saadaan EU:n päästöoikeuskaupamarkkinoille. Toisella päästöoikeuskaupakaudella on ollut epävarmaa, saako hankeyksiköitä käyttää EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmässä kolmannella päästöoikeuskaupakaudella. Rekisteröidyistä CDM-hankkeista vain harvat hankkeet ovat tuottaneet CER-yksiköitä markkinoille. Muut päästöoikeuskauppajärjestelmät ovat kilpailleet EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmän kanssa CER-yksiköistä, koska CER-yksiköt ovat maailmanlaajuisesti hyväksytyjä päästövähennyksyksiköitä. CER-yksiköiden verifiointi on ollut hidasta jäykän todentamisjärjestelmän takia. (Aatola ym. 2008b, 88–92.) CDM-hankkeet ovat tarvinneet YK:n alaisen CDM-hallinto-organisaation (engl. *Clean Development Mechanism Executive Board, CDM EB*) hyväksynnän. CDM-päästövähennyshankkeiden validoinnin ja sertifioinnin ovat tehneet toiminnalliset yksiköt (engl. *Designed Operational Entities, DOE*). Validoinnissa on varmistettu muun muassa CER-yksiköiden kestävän kehityksen periaatteiden noudattaminen sekä muiden CER-yksiköille asetettujen vaatimusten täyttyminen. (ETLA 2008, 13–21.) Jäykän CER-yksiköiden todentamisjärjestelmän takia CER-yksiköitä ei ole saatu EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmän piiriin kahdella ensimmäisellä päästöoikeuskaupakaudella niin paljoa, kuin asiantuntijat ovat arvioineet CDM-hankkeissa olevan potentiaalisia CER-yksiköitä saatavilla. Euroopan komission asettama hankeyksiköiden enimmäismäärä EU:n päästövähennysvelvoitteiden

saavuttamiseksi ei ole myöskään vielä täyttynyt, tosin vuoden 2011 päästöjä vastaavasti palautettiin ennätysmäärä hankeyksiköitä. Keskustelu on käynyt kuumana toisen päästöoikeuskauppakauden aikana, saako hankeyksiköitä käyttää kolmannella päästöoikeuskauppakaudella. Epävarmuus on liittynyt siihen, että hankeyksiköt ovat Kioton pöytäkirjan mukaisia päästövähennysyksiköitä ja Kioton pöytäkirjan ensimmäisen velvoitekauden jälkeisestä sopimuksesta ei ole ollut minkäänlaista varmuutta ennen Durbanissa pidettyä YK:n ilmastokokousta loppuvuodesta 2011. Edelleenkin sopimusta ei ole allekirjoitettu, mutta aikomus on. Epävarmuus on liittynyt myös niin kutsuttujen teollisuuskaasuhakkeiden CER-yksiköiden kelpoisuuteen kolmannella päästöoikeuskauppakaudella, joten luvussa 3.1. aikaisemmin esitin. Käyttörajoitusten takia CER-yksiköiden tulevaisuus ei näytä kovin valoisalta EU:n päästöoikeuskaupan piirissä kolmannella päästöoikeuskauppakaudella, sillä tällä hetkellä markkinoilla olevista CER-yksiköistä noin 60–70 prosenttia on teollisuuskaasuhankkeista peräisin olevia CER-yksiköitä. Aikaisemmillä päästöoikeuskauppausilla tuotetuista hankeyksiköistä noin 80–90 prosenttia on tullut EU:n päästöoikeuskaupan piiriin ja loput CER-yksiköt ovat menneet muiden päästöoikeuskauppajärjestelmien piiriin. (Thomson Reuters & Point Carbon 2012k, 1-2)

Koska hankeyksiköiden palauttaminen päästöjä vastaavasti on kiihtynyt ja Thomson Reutersin Point Carbonin (2012k, 1-2) mukaan hankeyksiköiden vuosien 2008–2020 1,4 miljardin käyttökiintiöstä on käytetty 556 miljoonaa vuoden 2011 lopussa. Tämä tarkoittaa, että hankeyksiköiden käyttökiintiöistä ei jää paljoa käytettävää kolmannelle päästöoikeuskauppakaudelle. Deutsche Bank (2012c, 1) arvioi, että vuonna 2012 hankeyksiköitä käytetään 300 miljoonaa. Barclays Capital (2012c, 1-2) puolestaan arvioi, että vuonna 2012 hankeyksiköitä käytetään 400 miljoonaa. 1,4 miljardin käyttökiintiöstä tämä tarkoittaisi, että kolmannelle päästöoikeuskauppakaudelle jäisi käytettäviä hankeyksiköitä 450–550 miljoonaa. Suuri osa hankeyksiköiden käyttökiintiöstä tullaan käyttämään jo toisella päästöoikeuskauppakaudella.

CER-yksiköihin liittyvien epävarmuus- ja riskitekijöiden seurauksena, CER-yksiköiden hinnat päästöoikeuskauppamarkkinoilla ovat EUA-yksiköiden hintoja selvästi alhaisemmat.

Jotta EU:n päästöoikeuskauppariikkinat toimisivat hyvin, EUA-yksiköiden hintojen tulisi olla yhtenäiset CER-yksiköiden hintojen kanssa. (Aatola ym. 2008b, 88–92; World Bank 2010, 5; CDC Climat Research 2010, 1) Sama pätee myös ERU-yksiköiden hintoihin.

4. Tutkimuksen puitteet

4.1. Päästömäärän ennustamisen estimointimalli

Kuten luvussa 2.3. esitin, päästöoikeusyksiköiden aggregoitu markkinakysyntä eli kaikkien päästöoikeuskauppariikkinoinilla toimivien yritysten päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntä vastaa kaikkien päästöoikeuskauppariikkinoinilla toimivien yritysten aggregoitua luontoon laskettavaa päästömäärää $\sum D \equiv E^* = \varepsilon Y^* - A^*$ eli päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta. Tässä luvussa esittelen EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöjen ja päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeen ennustamisessa käyttämäni estimointimallin.

Sovellan estimoinnissani Aatolan, Ollikaisen ja Ollikan (2008b, 95) kehittämää päästöjen ennustemallia. Aatolan ym. (2008b, 95) päästöjen ennustemalli ottaa huomioon päästöjen kokonaismäärän simuloinnissa talouskasvun, sähköntuotannon kasvun, fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähköntuotannon kasvun sekä muun teollisuuden kasvun. Aatolan ym. (2008b, 95) päästöjen ennustemalli on puhdas ekstrapolaatio, eikä sisällä oletuksia taloudenpitäjien käyttäytymisestä. Päästöoikeusyksikön hinnan vaikutusta päästöjen kehitykseen ei oteta huomioon.

Aatolan ym. (2008b, 95) ennustemalli C^t päästöoikeuskaupparisektorin päästöistä vuodelle t :

$$C^t = (\delta_{Eff})^{\Delta t} C_{Eff}^0 + (\delta_{OC})^{\Delta t} C_{OC}^0 + (\delta_{ROI})^{\Delta t} C_{ROI}^0 .$$

C^t on ennuste päästöoikeuskauppasektorin päästöistä vuodelle t . Δt on aika vuosissa perusvuoden ja vuoden t välillä, δ_{Eff} on fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähkön vuosittainen kasvuvauhti, δ_{OC} on muiden kuin sähköntuotannon polttolaitosten tuotannon kasvuvauhti (esim. lämpölaitokset) ja δ_{ROI} on muun teollisuuden ennustettu kasvuvauhti päästöoikeuskauppasektorilla. Näiden kolmen toimialan päästöt perusvuonna ovat C_i^0 , kun $i = Eff, OC, ROI$. δ_{Eff} , δ_{OC} ja δ_{ROI} ovat tuotantorakenteen kertoimia. (Aatola ym. 2008b, 95)

Aatolan ym. (2008b, 95) päästöjen ennustemallissa on fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähkön kokonaismäärä E_{ff} muutettu CO_2 -päästöiksi C_{Eff} käyttämällä yhtälöä:

$$C_{Eff} = \gamma E_{ff}.$$

γ on päästöjen ja sähköntuotannon välinen kerroin tCO_2/MWh_e , joka on saatu yhtälöstä:

$$\gamma = \frac{\beta}{\alpha} \frac{3600}{10^6}.$$

α kuvaa polttoaineiden (maakaasu, kivihiili, ruskohiili, öljy, turve ja öljyliuske) hyötysuhdetta lauhdevoimalan sähköntuotannosta ja β kuvaa kunkin polttoaineen ominaispäästökerrointa gCO_2/MJ . (Aatola ym. 2008b, 95)

Taulukossa 4.1. on päästöjen simuloinnissa käytettämäni Flyktmanin ja Helysen (2004, 25) määrittelemät lauhdevoimalan sähköntuotannon hyötysuhteet α polttoaineille. Öljyliuskeen hyötysuhde on arvioitu öljyn hyötysuhteen perusteella.

Taulukko 4.1. Lauhdevoimalan sähköntuotannon hyötysuhteet α

Polttoaine	Hyötysuhde α
Maakaasu	0,55
Kivihiili	0,43
Ruskohiili	0,43
Öljy	0,4
Turve	0,4
Öljyliuske	0,4

(Muokattu lähteestä: Flyktman & Helynen 2004)

Taulukossa 4.2. on Tilastokeskuksen (2011) ilmoittamat päästökertoimet polttoaineille. Kivihiilen oletin bitumiseksi kivihiileksi antrasiittisen kivihiilen sijaan. Virossa käytettävän öljyliuskeen eli kukersiitin ominaispäästökertoimen poimin Euroopan komission päätöksestä (2007, 33). Päästöjen ja sähköntuotannon välinen kerroin γ osoittaa, kuinka paljon hiilidioksidia syntyy yhden megawattitunnin sähköntuotannosta ilmoittamillani lauhdevoimalan sähköntuotannon hyötysuhteilla α ja polttoaineiden ominaispäästökertoimilla β . En ota tutkielmani päästölaskelmissa huomioon sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, sillä sen määrä Euroopassa on Energiategollisuuden (2012a) mukaan vain hieman yli 10 prosenttia sähkön kokonaistuotannosta. CHP-tuotantoa on lähinnä Pohjoismaissa ja Pohjois-Saksassa. Joissakin maissa, kuten Suomessa CHP-tuotannolla on erittäin merkittävä rooli sähkön ja lämmön tuotannossa. Suomessa

kolmannes sähköstä saadaan CHP-tuotannosta ja lähes 80 prosenttia kaukolämmön tuotannosta perustuu CHP-tuotantoon (Energieallisuus 2012a). Koska CHP-tuotannon osuus Euroopan mittakaavassa on varsin pieni, jätän CHP-tuotannon päästölaskelmien yksinkertaistamiseksi pois tutkielmastani ja lasken sähköntuotannon kokonaispäästöt lauhdesähkön hyötysuhteiden mukaisesti. Arvioin päästötiedot siis aavistuksen yläkanttiin.

Taulukko 4.2. Polttoaineiden ominaispäästökertoimet β ja päästöjen ja sähköntuotannon välisen kertoimet γ

Polttoaine	$\beta = gCO_2/MJ$	$\gamma = tCO_2/MWh_e$
Maakaasu	55,04	0,36
Kivihiihi (bituminen)	94,6	0,79
Ruskohiili (puolibituminen hiili)	108,0	0,90
Öljy	78,8	0,71
Turve	105,9	0,95
Öljyliuske (kukersiitti)	106,6	0,96

(Lähde: Tilastokeskus 2011; Euroopan komission päätös 2007, 33)

4.2. Sähköntuotanto- ja päästötietoaineisto

Seuraavaksi esittelen tutkimuksessa käyttämäni historiallisen sähköntuotantodatan. Taulukossa 4.3. on tutkielmassa käyttämäni sähköntuotantodatan lähteet. Koska yhtenäistä kaikki maat kattavaa sähköntuotantodataa oli vaikea saada, päädyin käyttämään sähkön kokonaistuotannon ja fossiilisten polttoaineiden käytön kokonaismäärän tietolähteenä eri tietolähdettä fossiilisten polttoaineiden polttoainekohtaisen jaottelun tietolähteen kanssa.

Taulukko 4.3. Sähköntuotantodatan lähteet maittain

SÄHKÖNTUOTANTODATA	Sähkön kokonaistuotanto ja fossiilisten polttoaineiden käyttö	Fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne
Itävalta, Belgia, Bulgaria, Tšekki, Saksa, Espanja, Ranska, Kreikka, Unkari, Italia, Luxemburg, Alankomaat, Puola, Portugali, Romania, Slovenia	ENTSO-E (2012)	Eurelectric (2007), vuosien 2004 ja 2005 ka
Tanska	Vuodet 2005-2007: Nordel (2005), (2006) ja (2007); vuodet 2008-2011: Eurostat (2012); Marras-joulukuu 2011 skaalattu vuoden 2010 tietojen perusteella	Eurelectric (2007), vuosien 2004 ja 2005 ka
Suomi	Vuodet 2005-2007: Nordel (2005), (2006) ja (2007); vuodet 2008-2011: Eurostat (2012); Marras-joulukuu 2011 skaalattu vuoden 2010 tietojen perusteella	Energiateollisuus (2012b), vuosien 2010 ja 2011 ka
Ruotsi	Vuodet 2005–2007: Nordel (2005), (2006) ja (2007); vuodet 2008–2011: Eurostat (2012)	Eurelectric (2007), vuosien 2004 ja 2005 ka
Norja	Vuodet 2008–2011: Eurostat (2012)	Eurelectric (2007), vuosien 2004 ja 2005 ka
Iso-Britannia	Vuodet 2005–2007: Eurelectric (2007) ja (2009); vuodet 2008–2011: Eurostat (2012)	Vuodet 2005–2007: Eurelectric (2007) ja (2009); vuodet 2008–2011: Eurelectric (2007) vuosien 2004 ja 2005 ka
Kypros, Viro, Irlanti, Liettua, Latvia	Vuodet 2010 ja 2011: ENTSO-E (2012); vuodet 2005-2009: skaalattu ENTSO-E (2012) vuoden 2010 perusteella	Eurelectric (2007), vuosien 2004 ja 2005 ka
Slovakia	ENTSO-E (2012)	Eurelectric (2005), vuosien 2003 ja 2004 ka
Malta	Skaalattu Eurelectric (2009) vuosien 2006-2007 perusteella	Skaalattu Eurelectric (2009) vuosien 2006-2007 perusteella
Islanti, Liechtenstein, Kroatia	Eivät mukana tarkastelussa	Eivät mukana tarkastelussa

Muokattu lähteistä: Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2012b; Nordel 2005-2007

Taulukosta 4.3. voidaan nähdä, että tutkielmassa käyttämäni sähköntuotantodata on pääasiallisesti European Network of Transmission System Operators for Electricity (tästä eteenpäin ENTSO-E) yksityiskohtaista kuukausittaista sähkön kokonaistuotantodataa, joka on otettu ENTSO-E:n tietokannasta 29.4.2012. ENTSO-E:n (2012) sähköntuotantodatan fossiilisten polttoaineiden luokittelun kattavuus oli keskimäärin noin 80 prosenttia fossiilisten polttoaineiden kokonaismäärästä. Koska halusin estimoimani päästömäärän olevan kattavampi kuin 80 prosenttia, käytin tutkimuksessani fossiilisten polttoaineiden luokittelua pääasiallisesti Eurelectricin EURPROG 2007 -tilastosta.

Jaoin ENTSO-E:n (2012) fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähkön kokonaismäärän Eurelectricin (2007, 126–141) vuosittaisen sähköntuotannon primäärienergian tilaston vuosien 2004 ja 2005 keskiarvoisen fossiilisten polttoaineiden polttoainejaottelun mukaisesti kaikille maille, Slovakiaa, Iso-Britanniaa, Suomea ja Maltaa lukuun ottamatta. Koska Slovakian vuoden 2005 fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne puuttui Eurelectricin tilastosta (2007, 139), käytin Slovakian polttoainejaottelun määrittämiseen vuosien 2003 ja 2004 keskiarvoista tuotantorakennetta Eurelectricin tilastosta (2005, 210). Iso-Britannian fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenteen vuosille 2005–2007 otin Eurelectricin (2007) ja (2009) tilastoista ja vuosien 2008–2012 fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenteen laskin Eurelectricin tilaston (2007, 126–141) vuosien 2004 ja 2005 keskiarvoisen sähköntuotannon primäärienergian mukaisesti. Suomen fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenteen laskin Energiateollisuuden (2012b) ilmoittamien vuosien 2010 ja 2011 tuotantorakenteiden keskiarvon perusteella, jotta sain turpeen mukaan tarkasteluun. Energiateollisuuden (2012b) ilmoittama Suomen sähköntuotantorakenne olisi ollut suurelta osin samanlainen kuin Eurelectricin (2007, 126-141) vuosien 2004 ja 2005 keskiarvoinen sähköntuotantorakenne. Eurelectricin (2007, 126–141) tilastossa turve oli todennäköisesti ilmoitettu ruskohiilenä ja öljyn käyttö Suomen sähköntuotannossa oli hieman Energiateollisuuden (2012b) ilmoittamaa määrää suurempi. Öljyn käytön väheneminen on varsin ymmärrettävää, kun puhutaan tuotantorakenteen kehityksestä vuosista 2004 ja 2005 vuoteen 2011. Päädyin käyttämään Suomen osalta muita tarkastelemiani maita uudempaa tilastoa. Olisi ollut ideaalista käyttää kaikista maista mahdollisimman ajantasaista ja tuoretta tuotantorakennetta, mutta päädyin

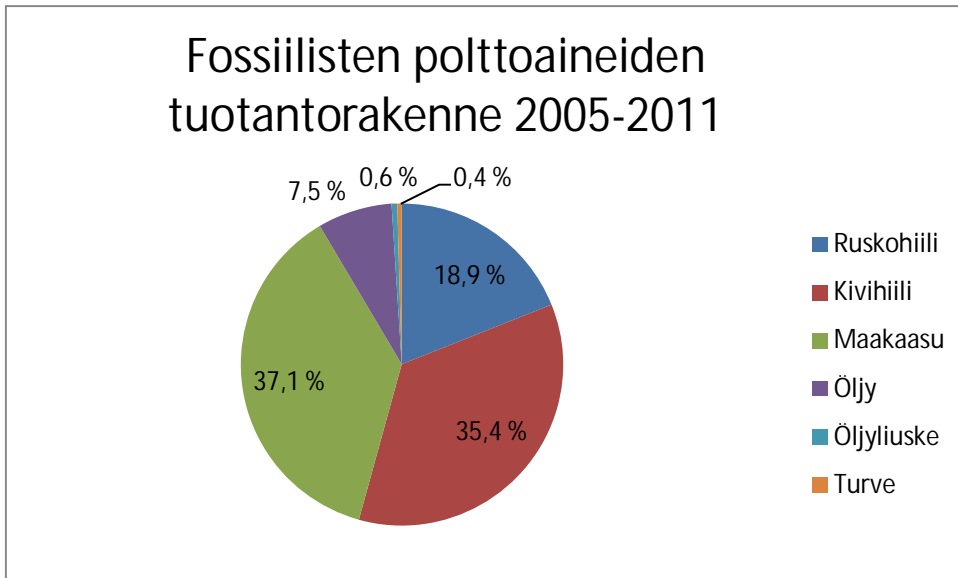
enemmistömaiden kanssa käyttämään vuosien 2004 ja 2005 tuotantorakennetta yhtenäisyyden säilyttämiseksi, sillä kaikista maista ei olisi ollut yhtenäisesti tietoja uudempien vuosien tuotantorakenteista. Maiden välillä säilyi kuitenkin vertailtavuus, vaikka ideaalitulanteessa tuotantorakennedata olisi saanut olla viime vuosien tuotantorakennedataa.

Suomen, Ruotsin, Tanskan ja Norjan sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2005–2007 poimin Nordelin sähköntuotantotilastoista (2005, 2006 ja 2007) ja sähkön kokonaistuotannon ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2008–2011 poimin Eurostatin (2012) sähköntuotantodatasta. Suomelle skaalasin vuoden 2011 marras- ja joulukuun sähkön kokonaistuotannon määrän ja fossiilisten polttoaineiden käytön Eurostatin tilastot vuoden 2010 marras- ja joulukuun tilastojen perusteella. Tanskalle skaalasin vuoden 2011 loka- ja marraskuun tilastot Eurostatin vuoden 2010 sähkön kokonaistuotannon ja fossiilisten polttoaineiden käytön loka- ja marraskuun tilastojen perusteella, puutteellisesta datasta joutuen. Iso-Britannian sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2005–2007 poimin Eurelectricin (2007) ja (2009) tilastoista ja sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2008–2011 poimin Eurostatin (2012) sähköntuotantodatasta. Kyproksen, Viron, Irlannin, Liettuan ja Latvian sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2005–2009 skaalasin ENTSO-E:n (2012) vuoden 2010 mukaisesta sähköntuotantorakenteesta. Vuoden 2011 sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät Kyprokselle, Virolle, Irlannille, Liettualle ja Latvialle otin ENTSO-E:n (2012) tietokannalta. Viron käyttämä öljyliuske ilmoitettiin Eurelectricin (2007, 129–141) tilastossa ruskohiilenä, mutta otin öljyliuskeen omana polttoaineenaan mukaan simulointiini. Maltan sähkön kokonaistuotannon määrät ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrät vuosille 2005–2011 skaalasin Eurelectricin (2009) tilaston vuosien 2006 ja 2007 keskiarvon perusteella ja tarkistin Maltan tuotantorakenteen myös Euroopan komissiolta (2012c). Romanian ja Bulgarian otin mukaan tarkasteluun vuodesta 2007 lähtien ja Norjan vuodesta 2008 lähtien. Vuonna 2013 EU:n päästöoikeuskauppaan mukaan tulevaa Kroatiaa en ottanut mukaan analyysiini, sillä en löytänyt tietoja Kroatian

tulevasta päästökaupasta. Islannin jätin tarkastelusta pois, sillä Islanti käytti sähköntuotannossaan esimerkiksi vuonna 2010 vain 0,072 prosenttia fossiilisia polttoaineita (ENTSO-E 2012). Islanti tuottaa sähkönsä pääasiassa vesivoimalla ja geotermisellä energialla (Nordel 2012). Islannin hiilidioksidipäästöt vastaavat koko Euroopan hiilidioksidipäästöistä vain noin 0,068 prosenttia (IEA 2010a, 13). Jätin myös Liechtensteinin pois tarkastelusta, sillä Liechtensteinin tuottaa itse vain noin 9 prosenttia käyttämästään energiasta ja suuren osan Liechtenstein tuo naapurimaistaan. Liechtensteinin sähköntuotannon osuus EU-30 -alueen sähköntuotannosta oli vain 0,0037 prosenttia vuonna 2009 (Office of Statistics 2011, 40–41; ENTSO-E 2012). Kuten esitin yllä, Islanti ja Liechtenstein ovat mitättömiä saastuttajia, joten maiden poisjättämisellä ei ole vaikutusta analyysini tuloksiin.

Tutkielmassa käyttämäni sähköntuotantodatan mukaan 53,2 prosenttia sähköntuotannon kokonaismäärästä on tuotettu fossiililla polttoaineilla. Fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne on laskettu kaikkien tarkastelussa mukana olevien markkinatoimijoiden keskiarvoisesta sähköntuotantorakenteesta vuosilta 2005–2011. Kuva 4.1. havainnollistaa tutkielmassa käyttämäni sähköntuotantodatan tarkempaa jaottelua fossiilisiin polttoaineisiin. Markkinatoimijoiden yhteenlaskettu vuosien 2005–2011 keskimääräinen vuosittainen sähkön kokonaistuotanto on 3177,3 terawattituntia ja fossiilisten polttoaineiden vuosittainen käyttö on 1691,4 terawattituntia. Maakaasu on fossiilisista polttoaineista käytetyin polttoaine 37,1 prosentin osuudella fossiilisten polttoaineiden käytetystä määrästä. Kivihiilen osuus fossiilisten polttoaineiden jaottelussa on 35,4 prosenttia, ruskohiilin 18,1 prosenttia, öljyn 7,5 prosenttia, öljyliuskeen 0,6 prosenttia ja turpeen osuus on 0,4 prosenttia. Lisätietoja fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenteesta löytyy liitteestä 4.

Fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne 2005-2011



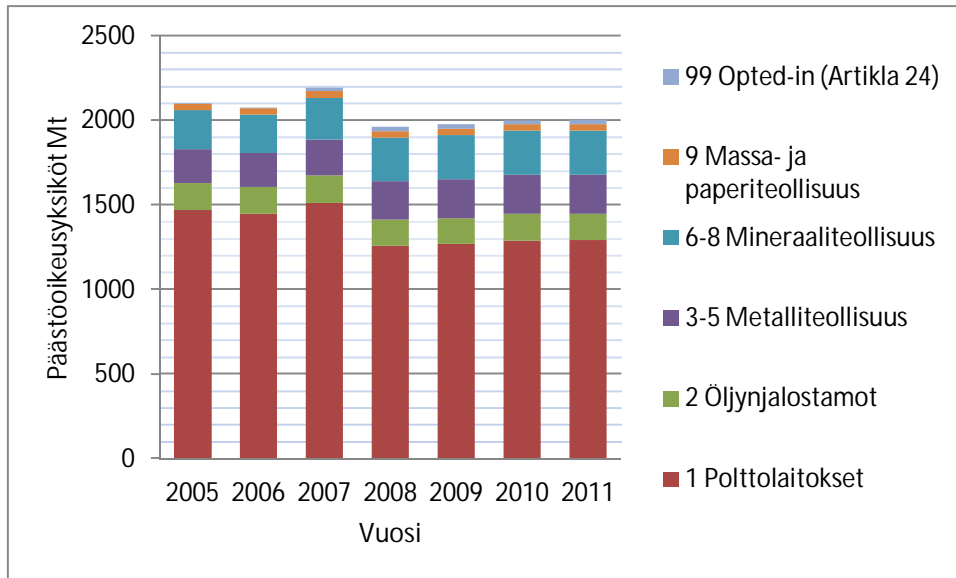
Kuva 4.1. Sähköntuotannon keskiarvoinen fossiilisten polttoaineiden tuotantorakenne EU:n päästöoikeuskaupan piirissä vuosina 2005-2011 (Muokattu lähteistä: Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2012b; Nordel 2005-2007)

Eurelectricin tilaston (2007, 126–141) johdetun kaasun (engl. *derived gas*) luokan osuuden jaoin tasaisesti muihin fossiilisiin polttoaineisiin eli kivihiileen, ruskohiileen, öljyyn, maakaasuun, turpeeseen ja öljyliuskeeseen, sillä en ole saanut yksiselitteistä varmuutta teollisuuslaitosten prosesseista saatavan johdetun kaasun ominaispäästökertoimesta. Johdettu kaasu sisältää koksiumi-, puhallinuumi- ja työkaasut, joita ei voi jakaa primäärienergian perusteella. Oman arvioni mukaan johdetun kaasun ominaispäästökerroin vaihtelee jossain maakaasun ja kivihiilen ominaispäästökeroitten välillä teollisuusprosessista riippuen noin $60-70 \text{ gCO}_2/\text{MJ}$. ENTSO-E:n (2012) sähköntuotantodatan fossiilisten polttoaineiden alaluokan sekapolttoaine (engl. *mixed fuels*), jonka osuus fossiilisten polttoaineiden kokonaismäärästä oli noin kaksi prosenttia, jaoin johdetun kaasun tapaan tasaisesti muihin fossiilisiin polttoaineisiin. Näin ollen muiden fossiilisten polttoaineiden osuudet ovat hieman suurempia, kun sekapolttoaine ei ole mukana tarkastelussa. En saanut yksiselitteistä varmuutta sekapolttoaineen sisällöstä ja ominaispäästökertoimesta, joten päädyin jättämään sekapolttoaineen tarkastelustani ulkopuolelle. Sekapolttoaineen ominaispäästökerroin voi vaihdella käytetyistä

polttoaineista, polttoaineiden tiheyksistä, koostumuksista, lämpöarvoista ja kosteudesta riippuen (Grönfors 2011).

Seuraavaksi esittelen estimoinnissa käyttämäni historialliset päästötiedot. Tutkielmassa käyttämäni sektori- ja maakohtainen todennetut päästötiedot ja päästökaupat on otettu European Environment Agency (tämä eteenpäin EEA) datapalvelusta, joka tarjoaa CITL-rekisterin dataa 19.4.2012. Vuoden 2012 EU:n päästökaupan päästökaupat tarkistin suoraan CITL-rekisteristä 26.4.2012. Päästötiedot jätin pois samat maat kuin sähköntuotantotiedot eli Islanti, Liechtenstein ja Kroatia ovat tarkasteluni ulkopuolella. Romania ja Bulgaria ovat mukana tarkastelussa vuodesta 2007 ja Norja vuodesta 2008. Koska Bulgarian päästötiedot olivat vajavaiset, skaalasin Bulgarian vuoden 2007 todennettujen päästöjen määrän ja päästökaupat vuoden 2008 mukaisesti. Lentoliikenteen jätin tarkasteluni ulkopuolelle, sillä lentoliikenteen päästötietoja ja -kaupat ei ollut helposti uudesta EUTL-rekisteristä saatavissa. Kansainvälisen lentoliikenteen mukanaoloon liittyy myös suurta epävarmuutta. Yllä mainitsemani markkinatoimijat, olen jättänyt pois tämän luvun kaikista kuvista ja taulukoista.

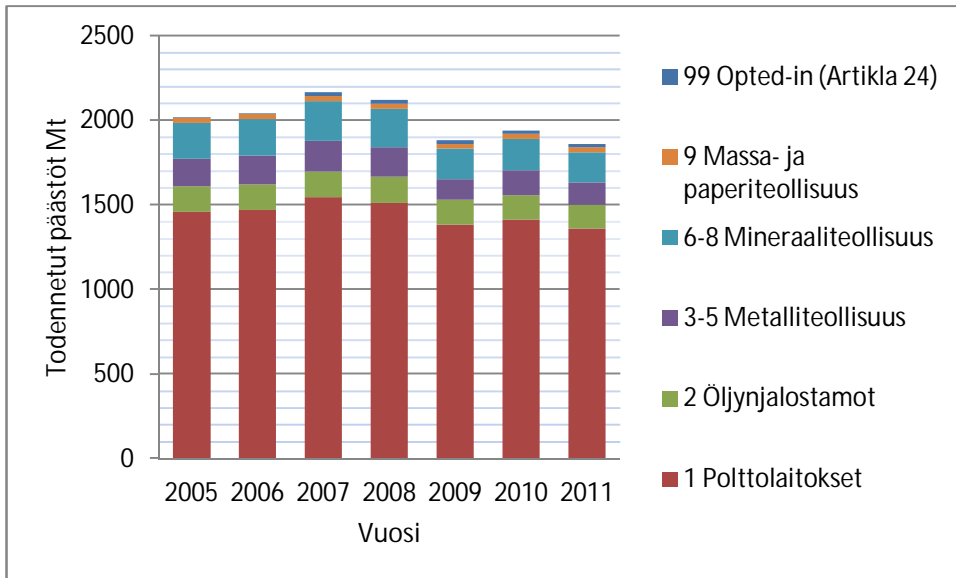
Kuva 4.2. havainnollistaa sektorikohtaista myönnettyjen päästökaupat yksiköiden kokonaismäärää EU:n päästökaupassa vuosina 2005–2011. Sektoriluokittelu on CITL-rekisterin mukainen. Numeerinen esitys kuvasta 4.2. löytyy liitteestä 1.



Kuva 4.2. Sektorikohtaiset myönnetyt päästöoikeusyksiköt EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005-2011 (Muokattu lähteistä: EEA ja CITL 2012)

Kuvasta 4.2. voidaan nähdä, että sähköntuotannon polttolaitosten osuus myönnetyistä päästöoikeusyksiköistä on erittäin suuri. Vuoden 2007 päästökiintiön voimakasta kasvamista voidaan suurelta osin selittää Bulgarian ja Romanian tulolla mukaan EU:n päästöoikeuskauppaan. Toisen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökiintiö voi nousta nykyisestä, jos joidenkin itäeurooppalaisten jäsenmaiden päästökiintiötä koskevat valitukset Euroopan tuomioistuimeen (engl. *European Court of Justice, ECJ*) menevät läpi (Deutsche Bank 2011b, 1-3). Päästökiintiövalitusten läpimenon vaikutuksia päästöoikeuskaupamarkkinaan tarkastelen tarkemmin luvussa 5.3.

Kuva 4.3. havainnollistaa sektorikohtaista todennettujen päästöjen kokonaismäärää EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005–2011. Numeerinen esitys kuvasta 4.3. löytyy liitteestä 2.



Kuva 4.3. Sektorikohtaiset todennetut kokonaispäästöt EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005-2011 (Muokattu lähteistä: EEA ja CITL 2012)

Kuvasta 4.3. voidaan nähdä sähköntuotantolaitosten suuruusluokka muihin markkinatoimijoihin verrattuna myös todennettuja EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöjä tarkastelemalla. EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöt kasvoivat vuodesta 2005 vuoteen 2007, mutta sitten Yhdysvalloista vuonna 2007 alkanut subprime-kriisillä alkanut finanssikriisi hivuttautui pikku hiljaa Eurooppaan vähentäen teollisuuden tuotantomääriä ja kokonaispäästöjä. Vuonna 2011 EU ajautui yhä syvenevään talouskriisiin.

4.3. Talouskasvuskenaariot

Seuraavaksi esittelen estimoinnissa käyttämäni talouskasvuskenaariot. Tutkielmassa käyttämäni talouskasvuennusteet perustuvat Pellervon taloustutkimuksen (2012) ja Valtiovarainministeriön (2012) suhdanne-ennusteista koottuihin EU:ta koskeviin talouskasvuarvioihin. Taulukko 4.4. havainnollistaa analyysissä käyttämäni talouskasvuskenaarioita.

Taulukko 4.4. Talouskasvuskenaariot

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Todellisen BKT:n kasvu, %									
Odotettu skenaario	0	1	2	2	2	2	2	2	2
Taantumaskenaario	0	1	0	-1	-1	0	1	2	2
Sähköntuotannon kasvu, %									
Odotettu skenaario	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1
Taantumaskenaario	0	0,5	0	-0,5	-0,5	0	0,5	1	1
Fossiilisten polttoaineiden käytön kasvu, %									
Odotettu skenaario	0	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Taantumaskenaario	0	0,25	0	-0,25	-0,25	0	0,25	0,5	0,5
Muiden kuin sähköntuotannon polttolaitosten tuotannon kasvu, %									
Odotettu skenaario	0	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Taantumaskenaario	0	0,25	0	-0,25	-0,25	0	0,25	0,5	0,5
Muun teollisuuden tuotannon kasvu, %									
Odotettu skenaario	0	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Taantumaskenaario	0	0,25	0	-0,25	-0,25	0	0,25	0,5	0,5

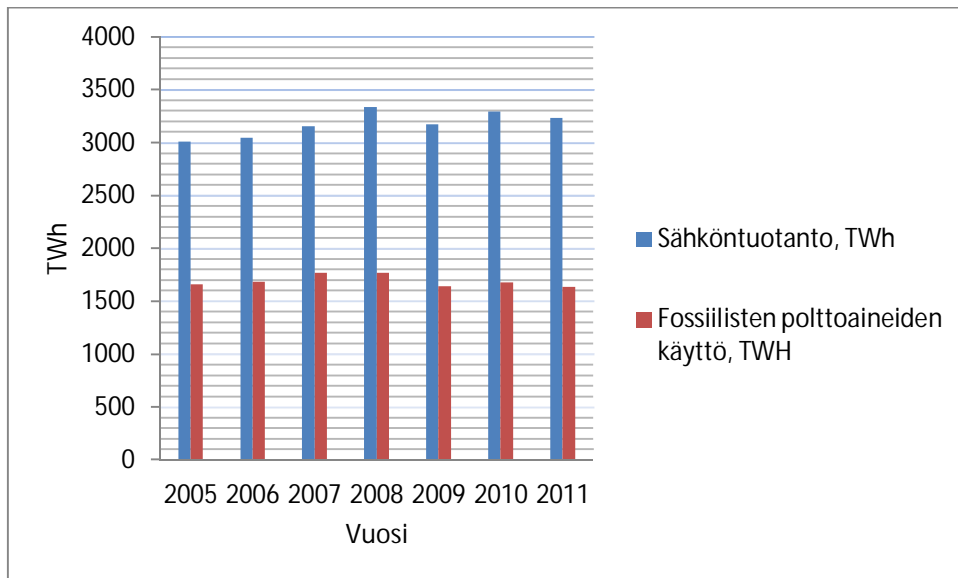
(*Muokattu lähteistä: PTT ja VM 2012*)

Taulukosta 4.4. voidaan nähdä, että tarkastelen tutkimuksessani EU:n hiilidioksidipäästöjen kehitystä kahdella eri talouskasvuskenaariolla ennustettuna. Skenaario 1 on odotettu skenaario, jossa oletan todellisen BKT:n kasvun olevan 0 prosenttia vuonna 2012, 1 prosenttia vuonna 2013 ja 2 prosenttia vuosina 2014–2020. Odotetussa skenaariossa oletan sähkön kokonaistuotannon määrän kasvavan 0 prosenttia vuonna 2012, 0,5 prosenttia vuonna 2013 ja 1 prosenttia vuosina 2014–2020. Odotetussa skenaariossa oletan fossiilisten polttoaineiden käytön kasvuksi ja muun kuin sähköntuotannon polttolaitosten tuotannon määrän kasvuksi 0 prosenttia vuonna 2012, 0,25 prosenttia vuonna 2013 ja 0,5 prosenttia vuosina 2014–2020. Skenaario 2 on talouden taantumaskenaario, jossa oletan todelliseksi BKT:n kasvuksi 0 prosenttia vuonna 2012, 1 prosenttia vuonna 2013, 0 prosenttia vuonna 2014, -1 prosenttia vuonna 2015, -1 prosenttia vuonna 2016, 0 prosenttia vuonna 2017, 1 prosenttia vuonna 2018 ja 2 prosenttia vuosina 2019–2020. Taantumaskenaariossa oletan sähkön kokonaistuotannon määrän kasvavan 0 prosenttia vuonna 2012, 0,5 prosenttia

vuonna 2013, 0 prosenttia vuonna 2014, -0,5 prosenttia vuonna 2015, -0,5 prosenttia vuonna 2016, 0 prosenttia vuonna 2017, 0,5 prosenttia vuonna 2018 ja vuosina 2019–2020 1 prosenttia. Taantumaskenaariossa oletan fossiilisten polttoaineiden käytön kasvuksi ja muun kuin sähköntuotannon polttolaitosten tuotannon määrän kasvuksi 0 prosenttia vuonna 2012, 0,25 prosenttia vuonna 2013, 0 prosenttia vuonna 2014, -0,25 prosenttia vuonna 2015, -0,25 prosenttia vuonna 2016, 0 prosenttia vuonna 2017, 0,25 prosenttia vuonna 2018 ja 0,5 prosenttia vuosina 2019–2020. Odotettu skenaario on varsin positiivinen talouskasvuskenaario, sillä toukokuussa 2012 maailman taloustilanne on hyvin epävarma EU:n ja Yhdysvaltojen taluskriisien takia. On myös mahdollista, että EU:n talouskasvu ei yllä 2 prosentin kasvuun vuosina 2014–2020. Taantumaskenaariossa oletuksena on, että EU ajautuu toiseen taantuma-aaltoon Espanjan ja Italian talouksien romahdettua. Taantumaskenaariossa oletetaan, että taluskriisin toinen aalto alkaa vuonna 2013 ja vaikutukset tuntuvat taloudessa vuonna 2014.

Vertailun vuoksi esimerkiksi Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 13–24) arvioi, että sähkönkulutus kasvaa tulevaisuudessa 0,9 prosentin vuosittaisella vauhdilla. Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 13–24) myös arvioi, että teollisuuden keskimääräinen vuosittainen päästöjen kasvuvauhti kolmannella päästöoikeuskaupakaudella on 0,5 prosenttia ja lentoliikenteen keskimääräinen vuosittainen päästöjen kasvuvauhti kolmannella päästöoikeuskaupakaudella on 2 prosenttia, kuten luvussa 3.3 mainitsin. Sähköntuotannon päästöjen Thomson Reutersin Point Carbon (2011b, 13–24) arvioi vähenevän vuosittain 2 prosenttia, mikä on tutkielmassa käyttämäni skenaarioiden kanssa hieman ristiriidassa. Thomson Reutersin Point Carbonin oletuksiin energiateollisuuden päästöjen vähenemisestä samaan aikaan kasvavan sähkönkulutuksen kanssa sisältyy voimakas oletus ympäristöystävällisten polttoaineiden suosimisesta ja uusiutuvan energian määrän lisääntymisestä. Itse olen hieman skeptisempi, toteutuuko uusiutuvan energian osuuden lisääminen Thomson Reutersin Point Carbonin esittämän skenaarion mukaisesti. Historiallisesti EU:n sähköntuotannon määrä ja fossiilisten polttoaineiden käytön määrä on kasvanut vuosina 2005–2007. EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästö määrä on myös historiallisesti kasvanut, niin kuin esitin kuvassa 4.3.

Kuva 4.4. esittää sähköntuotannon ja fossiilisten polttoaineiden käytön historiallista kehitystä EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005–2011. Kuvasta 4.4. voidaan nähdä, että sähköntuotanto kasvoi vuodesta 2005 vuoteen 2008 ja fossiilisten polttoaineiden käyttö kasvoi vuodesta 2005 vuoteen 2007. Vuonna 2009 sähköntuotannon ja fossiilisten polttoaineiden käyttö romahti EU:n talouskriisin ensimmäisen aallon seurauksena. Vuonna 2010 sähköntuotanto ja fossiilisten polttoaineiden käyttö jatkoivat kasvuaan, kunnes EU:n talouskriisin uusi aalto iski Euroopan talouteen teollisuustuotantoa lamauttaen vuonna 2011. Numeerinen esitys kuvasta 4.4. löytyy liitteestä 4.



Kuva 4.4. Sähköntuotanto ja fossiilisten polttoaineiden käyttö EU:n päästöoikeuskaupassa vuosina 2005-2011 (Muokattu lähteistä: Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2012b; Nordel 2005-2007)

5. Tulokset

5.1. Arvio päästöoikeuskauppausille 1 ja 2

Tässä luvussa esittelen estimaattini EU:n päästöoikeuskaupan tulevasta päästökäytöstä ja päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeesta sekä arvioin päästöoikeuskauppausien ylijäämäisyyttä. EU:n päästöoikeuskaupan historiallisen taustan valaisemiseksi, esitän ensimmäiseksi ensimmäisen päästöoikeuskauppauskauden 2005–2007 toteutunutta päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta ja päästöoikeusyksiköiden ylijäämää taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Ensimmäisen päästöoikeuskauppauskauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämä

	I kauppakausi		
	2005	2006	2007
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3008,5	3048,2	3153,9
- Fossiilisilla polttoaineilla, TWh	1661,1	1682,1	1770,6
CO₂-päästöt, MtCO₂			
- Sähköntuotanto	1072,4	1092,1	1148,7
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	386,5	378,2	393,8
- Muu teollisuus	554,9	565,2	621,1
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	2013,9	2035,5	2163,7
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂	2096,2	2071,6	2191,2
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	82,4	36,1	27,6
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä		118,5	146,0

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007 ja 2012b; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Tilastokeskus 2011 ja VM 2012

Taulukon 5.1. kokonaispäästöt on laskettu yhteen sähköntuotannon polttolaitosten, muiden kuin sähköntuotannon polttolaitosten ja muun teollisuuden päästöistä. Kokonaispäästöt vastaavat päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta, kuten esitin aiemmin luvussa 2.2. Allokoidut päästöoikeusyksiköt vastaavat päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa. Kunkin vuoden päästöoikeusyksiköiden ylijäämä on laskettu allokoitujen päästöoikeusyksiköiden ja kokonaispäästöjen erotuksesta. Kauppakauden kumuloituva ylijäämä laskee yhteen vuosittaiset ylijäämät. Vuosi 2005 oli 82,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, vuosi 2006 oli 36,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen ja vuosi 2007 oli 27,6 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Koko ensimmäinen päästöoikeuskauppaus oli kumuloituvasti ylijäämäinen 146,0 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Ensimmäinen päästöoikeuskauppaus oli 2,3 prosenttia ylijäämäinen verrattuna käyttämäni 6359,0 miljoonan päästöoikeusyksikön ensimmäisen päästöoikeuskauppauskauden kokonaispäästökiintiöön. Sähkön kokonaistuotannon määrä kasvoi vuodesta 2005 vuoteen 2007 4,8 prosenttia. Fossiilisten polttoaineiden käyttö kasvoi vuodesta 2005 vuoteen 2007 vielä sähköntuotannon kasvuvauhtia nopeammin 6,6 prosenttia. Päästöoikeuskauppaussektorin kokonaispäästöt kasvoivat ensimmäisen päästöoikeuskauppauskauden aikana 7,4 prosenttia. Sähkön kokonaistuotannon, fossiilisten polttoaineiden käytön ja kokonaispäästöjen kasvua selittää osaltaan Bulgarian ja Romanian tuleminen mukaan EU:n päästöoikeuskauppaan vuonna 2007. Päästöoikeusyksiköiden siirtäminen ensimmäiseltä päästöoikeuskauppauskaudelta toiselle päästöoikeuskauppauskaudelle ei ollut pääasiallisesti mahdollista, kuten mainitsin luvussa 3.1.

Seuraavaksi esitän taulukossa 5.2. arvion toisen päästöoikeuskauppauskauden päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeesta ja päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä ilman hankeyksiköiden eli CER- ja ERU-yksiköiden käytön huomiointia ja hankeyksiköiden käytön huomioinnin kanssa. Vuonna 2012 EU:n päästöoikeuskauppaan mukaan tullutta lentoliikennettä ei ole otettu mukaan tämän luvun tarkasteluissa.

Taulukko 5.2. Arvio toisen päästöoikeuskaupunkauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä

	II kauppakausi				
	2008	2009	2010	2011	2012*
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3335,2	3171,9	3292,4	3230,9	3230,9
- Fossiililla polttoaineilla, TWh	1767,1	1644,2	1676,4	1638,4	1638,4
CO₂-päästöt, MtCO₂					
- Sähköntuotanto	1143,9	1064,9	1086,0	1070,3	1070,3
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	366,0	315,4	327,2	288,8	288,8
- Muu teollisuus	609,8	499,2	525,3	499,8	499,8
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	2119,8	1879,5	1938,5	1858,9	1858,9
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂	1958,5	1974,0	1998,3	2001,4	2005,4
Hankeyksiköiden käyttö, MtCO₂	82,5	81,8	137,0	254,7	350,0
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO₂	2041,0	2055,8	2135,3	2256,1	2355,4
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ					
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	-161,3	94,5	59,8	142,5	146,4
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä		-66,8	-7,0	135,5	281,9
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA					
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	-78,8	176,3	196,8	397,2	496,4
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä		97,5	294,3	691,5	1187,9

*Arvio

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiategollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Taulukossa 5.2. esittämäni vuoden 2012 päästöennuste on estimoitu luvussa 4.1. esittelemälläni Aatolan ym. (2008b, 95) päästöjen simulointimallilla. Vuoden 2012 simuloinnissa käytin BKT:n kasvulle ennustetta 0 prosenttia. Tässä estimoinnissa hankeyksiköiden käytön ajatellaan lisäävän päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa tuomalla yrityksille enemmän vaihtoehtoja. Toinen tapa suhtautua hankeyksiköihin olisi ajatella hankeyksiköiden käytön vähentävän päästöoikeusyksiköiden markkinakysyntää, kuten luvussa 2.3. mainitsin. Taulukosta 5.2. voidaan nähdä, että ilman hankeyksiköiden käyttöä, vuosi 2008 oli -161,3 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2009 oli 94,5 miljoonaa

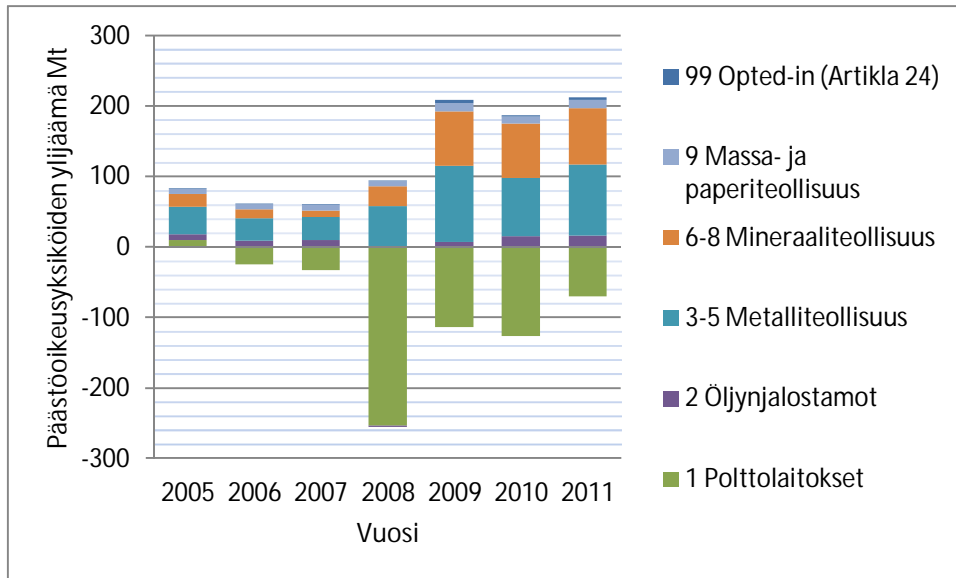
ylijäämäinen, vuosi 2010 oli 59,8 miljoonaa ylijäämäinen ja vuosi 2011 oli 142,5 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Ilman hankeyksiköiden käyttöä vuosi 2012 tulee estimointini mukaan olemaan 146,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Ilman hankeyksiköiden käyttöä toinen päästöoikeuskauppaus kääntyi vuosikohtaisesti tarkasteltuna alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2009 ja kumuloituvasti alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2011, kun Euroopan taloudellinen taantuma oli syventynyt ja teollisuustuotannon määrä vähentynyt Euroopassa entisestään. Toinen päästöoikeuskauppaus tulee estimointini mukaan olemaan kumuloituvasti 281,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, kun hankeyksiköiden käyttöä ei ole huomioita tasapainossa.

Kun tarkasteluun otetaan mukaan hankeyksiköiden käyttö, päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämä näyttää hyvin erilaiselta kuin ilman hankeyksiköiden käytön huomiointia. Hankeyksiköiden palautetut määrät tarkistin Euroopan komissiolta (2012c) ja vuoden 2012 hankeyksiköiden käytön 350 miljoonaa estimoin Deutsche Bankin (2012c, 1) ja Barclays Capitalin (2012c, 1-2) arvioiden keskiarvosta. Taulukosta 5.2. voidaan nähdä, että toisesta päästöoikeuskauppaudesta tulee kumuloituvasti reilusti ylijäämäisempi hankeyksiköiden ollessa mukana tarkastelussa kuin hankeyksiköiden ollessa rajattuna tarkastelun ulkopuolella. Kun hankeyksiköiden käyttö on mukana tarkastelussa, vuosi 2008 on -78,8 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2009 on 176,3 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2010 on 196,8 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2011 on 397,2 miljoonaa ylijäämäinen ja vuoden 2012 arvio on 496,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, toisen päästöoikeuskauppauden vuosikohtainen ja kumuloituvasti alijäämäisyys kääntyy ylijäämäiseksi vuonna 2009 ja toinen päästöoikeuskauppaus on kumuloituvasti 1187,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen.

Taulukosta 5.2. voidaan havaita, kuinka merkittävä rooli hankeyksiköiden käytöllä on päästöoikeusyksiköiden markkinatarjonnan kautta toisen päästöoikeuskauppauden ylijäämään. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, toisen päästöoikeuskauppauden kumuloituvasti ylijäämä on 906 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin ilman hankeyksiköitä. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa,

päästöoikeuskauppa-kausi kääntyy kumuloituvasti alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2009. Kun hankeyksiköitä ei ole mukana tarkastelussa, päästöoikeuskauppa-kauden kumuloituva alijäämäisyys kääntyy ylijäämäisyydeksi vasta vuonna 2011. Niukasta vuodesta 2008 aiheutuva kumuloituva alijäämäisyys kestää päästöoikeuskauppa-markkinoilla kaksi vuotta pidempään, kun hankeyksiköitä ei huomioida markkinatarjonnassa. Kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa, toinen päästöoikeuskauppa-kausi on 2,8 prosenttia ylijäämäinen verrattuna arvioimaani toisen päästöoikeuskauppa-kauden 9937,5 miljoonan päästöoikeusyksikön päästökiintiöön ilman hankeyksiköitä. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, toinen päästöoikeuskauppa-kausi on 12,0 prosenttia ylijäämäinen arvioimaani toisen päästöoikeuskauppa-kauden päästökiintiöön 9937,5 miljoonaan päästöoikeusyksikköön verrattuna.

Kuva 5.1. havainnollistaa sektorikohtaista päästöoikeusyksiköiden ylijäämää eli päästökiintiön ja todennettujen päästöjen erotusta ensimmäisellä ja toisella päästöoikeuskauppa-kaudella. Lentoliikennettä ja hankemekanismin käyttöä ei ole otettu kuvassa huomioon. Kuvasta 5.1. voidaan huomata, että sähköntuotannon polttolaitokset ovat päästöoikeuskaupan alijäämäisin sektori, kuten luvussa 3.3. mainitsin. Ensimmäisellä päästöoikeuskauppa-kaudella päästöoikeusyksiköiden alkujako oli varsin runsas, joten sähköntuotannon polttolaitoksetkaan päästöoikeuskaupan alijäämäisimpänä sektorina eivät olleet kuin hieman alijäämäisiä. Toisella päästöoikeuskauppa-kaudella ja erityisesti vuonna 2008 sähköntuotannon polttolaitokset ovat olleet runsaammin alijäämäisiä. Raskas ja hiilivuodolle herkkä teollisuus, kuten metalli- ja mineraaliteollisuus ovat saaneet päästöoikeusyksiköitä päästöihinsä nähden runsaimmin. Kuvan 5.1. numeerinen esitys löytyy liitteestä 3.



Kuva 5.1. Sektorikohtainen päästöoikeusyksiköiden ylijäämä vuosina 2005–2011 (Muokattu lähteistä: EEA ja CITL 2012)

5.2. Ennuste päästöoikeuskaupamarkkinan tulevista päästöistä, tarjonnasta ja niiden tasapainosta

Tässä luvussa esitän ennusteen EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöistä ja päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeesta kolmannelle päästöoikeuskaupakaudelle luvussa 4 esittelemääni simulointimallia ja talouskasvuskenaarioita käyttäen. Ennustamaani päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta hyödyntäen teen tämän jälkeen arvion päästökaupamarkkinan ylijäämäisyydestä eli kokonaispäästöjen ja markkinatarjonnan tasapainosta. Talouskasvuskenaarioita kuljetan analyysissä mukana vuorotellen, jotta näemme, kuinka erilaiset talouskasvuskenaariot muuttavat lopputulosta.

Esittelen seuraavaksi estimaattini kolmannen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästöistä, päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeesta ja kolmannen päästöoikeuskaupakauden ylijäämästä. Ensin arvioin taulukossa 5.3. kolmannen päästöoikeuskaupakauden päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta ja päästöoikeuskaupakauden ylijäämää odotetun skenaarion oletuksilla. Tämän jälkeen

arvioin taulukossa 5.4. kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden käyttötarvetta ja päästöoikeuskauppakauden ylijäämää taantumaskenaarion oletuksilla.

Taulukossa 5.3. on odotetun skenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämästä ilman hankeyksiköitä ja hankeyksiköiden kanssa. Allokoitujen päästöoikeusyksiköiden vuoden 2013 määrään on hankeyksiköiden mukanaolosta riippuen lisätty toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvä ylijäämä taulukosta 5.2, sillä EU:n toiselta päästöoikeuskauppakaudelta on mahdollista siirtää päästöoikeusyksiköitä vapaasti EU:n kolmannelle päästöoikeuskauppakaudelle, kuten luvussa 3.1. mainitsin. Päästöoikeusyksiköiden lainaaminen tulevilta vuosilta (engl. *borrowing*) on myös mahdollista seuraavan vuoden osalta, kun seuraavan vuoden päästöoikeusyksiköt tulevat markkinatoimijoiden rekisteritileille helmikuussa ennen edellisen vuoden päästöoikeusyksiköiden luovutusta huhtikuussa. En ota lainaamismahdollisuutta tutkielmassani huomioon, sillä haluan pitää analyysini mahdollisimman yksinkertaisena. Lainaamismahdollisuuden huomioinnilla en saisi analyysiini juuri lisäarvoa, sillä oletan markkinatoimijoiden käyttäytyvän rationaalisesti optimaalisia päätöksiä tehdessään. Selvennykseksi, että puhuessani tästä eteenpäin kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämästä, tarkoittaa se toisen ja kolmannen päästöoikeuskauppakauden yhteenlaskettua kumuloituvaa ylijäämää, sillä olen kaikkiin kolmannen päästöoikeuskauppakauden estimaatteihini lisännyt toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvän päästöoikeusyksiköiden määrän. Taulukon 5.3. vuoden 2013 allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrään on lisätty toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvä päästöoikeusyksiköiden ylijäämä 281,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Vuoden 2013 allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrään on lisätty toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvä päästöoikeusyksiköiden ylijäämä 1187,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa. Ilman toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyviä päästöoikeusyksiköitä vuoden 2013 päästäkiintiö olisi 2039,2 miljoonaa, kuten luvussa 3.3. aiemmin esitin.

Taulukko 5.3. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti

Odotettu skenario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3247,1	3279,6	3312,4	3345,5	3378,9	3412,7	3446,9	3481,3
- Fossiilisilla polttoaineilla, TWh	1642,5	1650,8	1659,0	1667,3	1675,6	1684,0	1692,4	1700,9
CO₂-päästöt, MtCO₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1078,3	1083,7	1089,1	1094,6	1100,0	1105,5	1111,1
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	291,0	292,5	293,9	295,4	296,9	298,3	299,8
- Muu teollisuus	501,1	503,6	506,1	508,6	511,2	513,7	516,3	518,9
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	1863,6	1872,9	1882,2	1891,7	1901,1	1910,6	1920,2	1929,8
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂*	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂ **	3227,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Hankeyksiköiden käyttö, MtCO₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO₂	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	457,5	128,8	82,0	35,2	-11,7	-58,6	-105,6	-152,7
Kauppauden kumuloitua ylijäämä		586,4	668,4	703,6	691,9	633,2	527,6	374,9
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1425,3	190,6	143,8	96,9	50,0	3,1	-43,9	-90,9
Kauppauden kumuloitua ylijäämä		1615,9	1759,6	1856,6	1906,6	1909,7	1865,9	1774,9

* Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana. Vuoden 2013 päästökauppaan on lisätty taulukon 5.2. mukainen 281,9 miljoonan ylijäämä toiselle päästöoikeuskauppaudelle, kun hankeyksiköt eivät ole mukaan tarkastelussa

** Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana. Vuoden 2013 päästökauppaan on lisätty taulukon 5.2. mukainen 1187,9 miljoonan ylijäämä toiselle päästöoikeuskauppaudelle, kun hankeyksiköt ovat mukaan tarkastelussa

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Kun hankeyksiköiden käyttöä ei ole otettu mukaan tarkasteluun, taulukosta 5.3. voidaan nähdä odotetun skenaarion mukainen estimointini kolmannen päästöoikeuskaupakauden ylijäämästä: vuosi 2013 on estimointini mukaan ylijäämäinen 457,5 miljoonaa, vuosi 2014 on ylijäämäinen 18,8 miljoonaa, vuosi 2015 on ylijäämäinen 82,0 miljoonaa, vuosi 2016 on ylijäämäinen 35,2 miljoonaa, vuosi 2017 on alijäämäinen -11,7 miljoonaa, vuosi on 2018 alijäämäinen -58,6 miljoonaa, vuosi on 2019 alijäämäinen -105,6 miljoonaa ja vuosi 2020 on alijäämäinen -152,7 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun hankeyksiköiden käyttöä ei ole huomioitu kokonaispäästöjen ja päästökauppien erotuksessa, kolmas päästöoikeuskaupakausi kääntyy vuosikohtaisesti tarkasteltuna ylijäämäisestä alijäämäiseksi vuonna 2017 ja kolmas päästöoikeuskaupakausi on odotetun skenaarion mukaan kumuloituvasti kokonaisuudessaan 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen.

Taulukosta 5.3. voidaan huomata, että hankeyksiköiden tarkasteluun mukaan ottaminen vaikuttaa huomattavasti kolmannen päästöoikeuskaupakauden odotetun skenaarion mukaiseen ylijäämään. Olen estimoinut hankeyksiköiden käytön määrän kolmannella päästöoikeuskaupakaudella olettaen, että vuosien 2008–2020 yhteenlaskettu hankeyksiköiden käyttökiintiö on 1,4 miljardia päästövähennysyksikköä. Jotkut asiantuntijatahot ovat arvelleet kiintiön olevan jopa 1,8 miljardia, joten käytän tässä estimoinnissa hieman varovaista arviota hankeyksiköiden käyttökiintiöstä. Toisaalta olen jättänyt Islannin, Liechtensteinin, Kroatian ja lentoliikenteen pois tarkastelusta, joten uskon 1,4 miljardin hankeyksiköiden käyttökiintiön olevan varsin realistinen arvio todellisesta. Jos hankeyksiköiden käyttökiintiö laskettaisiin International Energy Agencyn (2010, 49) esittämän 13,4 prosentin mukaan toisen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökauppien kiintiöstä, olisi hankeyksiköiden käyttökiintiö tutkielmassa käyttämästäni toisen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökauppien kiintiöstä 1331,6 miljoonaa päästövähennysyksikköä. Jos hankeyksiköiden käyttökiintiö laskettaisiin päästökauppien direktiivin 29/2009/EY mukaisesti vähintään 11 prosenttina toisen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökauppien kiintiöstä, olisi hankeyksiköiden käyttökiintiö tutkielmassa käyttämästäni toisen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökauppien kiintiöstä 1093,1 miljoonaa päästövähennysyksikköä. Käytän kuitenkin yksinkertaisuuden vuoksi 1,4

miljardin hankeyksiköiden kiintiötä, josta olen vähentänyt taulukossa 5.2. esittämäni arvion mukaisen toisen päästöoikeuskauppakauden hankeyksiköiden käytön määrän 906 miljoonaa päästövähennysyksikköä. Kolmannelle päästöoikeuskaupakaudelle jää arvioni mukaan käytettäväksi 494 miljoonaa päästövähennysyksikköä, joiden olen olettanut jakautuvan tasaisesti kolmannen päästöoikeuskauppakauden vuosille 2013–2020.

Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa kasvattaen markkinatarjontaa, taulukossa 5.3. esittämäni odotetun skenaarion mukainen estimointini kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämälle on, että vuosi 2013 on ylijäämäinen 1425,3 miljoonaa, vuosi 2014 on ylijäämäinen 190,6 miljoonaa, vuosi 2015 on ylijäämäinen 143,8 miljoonaa, vuosi 2016 on ylijäämäinen 96,9 miljoonaa, vuosi 2017 on ylijäämäinen 50,0 miljoonaa, vuosi 2018 on ylijäämäinen 3,1 miljoonaa, vuosi 2019 on alijäämäinen -43,9 miljoonaa ja vuosi 2020 on alijäämäinen -90,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, kolmas päästöoikeuskaupakausi kääntyy arvioni mukaan vuosikohtaisesti tarkasteltuna vuonna 2019 ylijäämäisestä alijäämäiseksi ja odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä on 1774,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä.

Taulukon 5.3. odotetun skenaarion estimaateista voidaan huomata jälleen, kuinka suuri merkitys hankeyksiköillä on päästökauppiin eli markkinatarjonnan ja kokonaispäästöjen eli päästöoikeusyksiköiden tarpeen erotukseen. Kun hankeyksiköt ovat mukana estimaatissa, kolmas päästöoikeuskaupakausi on hankeyksiköiden vuosien 2008–2020 käyttökiintiön eli 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön verran ylijäämäisempi kuin ilman hankeyksiköitä. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, kolmas päästöoikeuskaupakausi kääntyy vuosikohtaisesti tarkasteltuna kaksi vuotta myöhemmin ylijäämäisestä alijäämäiseksi eli vuonna 2019 vuoden 2017 sijaan. Odotetun skenaarion mukaisesti kolmas päästöoikeuskaupakausi ilman hankeyksiköitä on 2,5 prosenttia ylijäämäinen verrattuna käyttämäni alkuperäiseen 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön kolmannen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökauppiin, johon ei ole lisätty hankeyksiköitä ja toiselta päästöoikeuskaupakaudelta siirtyvää ylijäämää. Vastaavasti odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupakausi hankeyksiköillä on 11,6 prosenttia

ylijäämäinen verrattuna käyttämäni 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön kolmannen päästöoikeuskaupakauden kokonaispäästökiintiöön.

Taulukossa 5.4. on taantumaskenaarion mukainen arvioni kolmannen päästöoikeuskaupakauden ylijäämästä ilman hankeyksiköitä ja hankeyksiköiden kanssa. Taulukosta 5.4. voidaan nähdä, kuinka erilaiset odotukset tulevaisuuden talouskasvun vauhdista vaikuttavat kokonaispäästömäärän kautta päästöoikeuskaupan ylijäämään. Kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa, taantumaskenaarion mukainen estimointini kolmannelta päästöoikeuskaupakaudelta on, että vuosi 2013 on ylijäämäinen 457,5 miljoonaa, vuosi 2014 on ylijäämäinen 138,2 miljoonaa, vuosi 2015 on ylijäämäinen 105,4 miljoonaa, vuosi 2016 on ylijäämäinen 72,6 miljoonaa, vuosi 2017 on ylijäämäinen 35,2 miljoonaa, vuosi 2018 on alijäämäinen -6,9 miljoonaa, vuosi 2019 on alijäämäinen -53,6 miljoonaa ja vuosi 2020 on alijäämäinen -100,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa, kolmas päästöoikeuskaupausikäänntyy vuosikohtaisesti tarkasteltuna vuonna 2018 ylijäämäisestä alijäämäiseksi, mutta alkukauden reilun ylijäämän takia koko kolmas päästöoikeuskaupausikä jää kumuloituvasti 647,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäiseksi.

Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, taulukossa 5.4. estimoimani taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupausikä on vuonna 2013 ylijäämäinen 1425,3 miljoonaa, vuonna 2014 ylijäämäinen 199,9 miljoonaa, vuonna 2015 ylijäämäinen 167,1 miljoonaa, vuonna 2016 ylijäämäinen 134,3 miljoonaa, vuonna 2017 ylijäämäinen 96,9 miljoonaa, vuonna 2018 ylijäämäinen 54,8 miljoonaa, vuonna 2019 ylijäämäinen 8,1 miljoonaa ja vuonna 2020 alijäämäinen -38,7 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun hankeyksiköt huomioidaan, kolmas päästöoikeuskaupausikä kääntyy vuosikohtaisesti tarkasteltuna vuonna 2020 ylijäämäisestä alijäämäiseksi ja taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvaa ylijäämä on 2047,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä.

Taulukko 5.4. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaarion mukaisesti

Taantumaskenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh - Fossiililla polttoaineilla, TWh	3247,1 1642,5	3247,1 1642,5	3230,9 1638,4	3214,7 1634,3	3214,7 1634,3	3230,8 1638,4	3263,1 1646,6	3295,7 1654,9
CO₂-päästöt, MtCO₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1072,9	1070,3	1067,6	1067,6	1070,2	1075,6	1081,0
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	289,6	288,8	288,1	288,1	288,8	290,3	291,7
- Muu teollisuus	501,1	501,1	499,8	498,6	498,6	499,8	502,3	504,8
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	1863,6	1863,6	1858,9	1854,3	1854,3	1858,9	1868,2	1877,5
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂*	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO₂**	3227,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Hankeyksiköiden käyttö, MtCO₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO₂	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	457,5	138,2	105,4	72,6	35,2	-6,9	-53,6	-100,4
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä		595,7	701,1	773,6	808,8	801,9	748,2	647,8
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1425,3	199,9	167,1	134,3	96,9	54,8	8,1	-38,7
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä		1625,2	1792,3	1926,6	2023,6	2078,4	2086,5	2047,8

* Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana. Vuoden 2013 päästökauppiin on lisätty taulukon 5.2 mukainen 281,9 miljoonan ylijäämä toiselle päästöoikeuskauppakaudelle, kun hankeyksiköt eivät ole mukaan tarkastelussa

** Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana. Vuoden 2013 päästökauppiin on lisätty taulukon 5.2 mukainen 1187,9 miljoonan ylijäämä toiselle päästöoikeuskauppakaudelle, kun hankeyksiköt ovat mukaan tarkastelussa

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Taulukosta 5.4. nähdään, että hankeyksiköiden mukanaolo lisää taantumaskenaarion mukaista kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämää hankeyksiköiden vuosien 2008–2020 käyttökiintiön verran eli 1,4 miljardilla päästöoikeusyksiköllä. Hankeyksiköiden huomioiminen pidentää kolmannen päästöoikeuskauppakauden vuosikohtaista kääntymistä ylijäämäisestä alijäämäiseksi kahdella vuodella vuodesta 2018 vuoteen 2020. Taantumaskenaarion mukaisesti kolmas päästöoikeuskauppakausi ilman hankeyksiköitä on 4,2 prosenttia ylijäämäinen verrattuna käyttämäni alkuperäiseen 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön kolmannen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökiintiöön, johon ei ole lisätty hankeyksiköitä ja toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvää ylijäämää. Vastaavasti taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppakausi hankeyksiköillä on 13,4 prosenttia ylijäämäinen verrattuna käyttämäni 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön kolmannen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökiintiöön.

Odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaisten estimaattien välillä on huomattava ero kolmannen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästöjen kehityksessä. Kun talous on taantumassa, päästöjä syntyy vähän teollisuustuotannon määrän pienentyessä. Vuodesta 2014 alkaen odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaiset EU:n päästöoikeuskauppasektorin kokonaispäästömäärät erkanevat toisistaan, kun käyttämäni talouskasvuvauhti eroaa skenaarioiden välillä. Vuonna 2013 odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaiset kokonaispäästöt ovat yhtenäiset. Vuonna 2014 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 9,3 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt ja vuonna 2015 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 23,3 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt. Vuonna 2016 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 37,4 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt ja vuonna 2017 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 46,9 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt. Vuonna 2018 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 51,7 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt, vuonna 2019 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 52,0 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion kokonaispäästöt ja vuonna 2020 odotetun skenaarion kokonaispäästöt ovat 52,2 miljoonaa tonnia suuremmat kuin

taantumaskenaarion kokonaispäästöt. Erilaiset kokonaispäästöt vaikuttavat päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeeseen ja päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämään.

Taulukon 5.4. taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kumuloiuva ylijäämä 647,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ilman hankeyksiköiden käyttöä on 272,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin taulukon 5.3. odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kumuloiuva ylijäämä 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ilman hankeyksiköiden käyttöä. Hankeyksiköiden käytön huomioiva taulukon 5.4. taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kumuloiuva ylijäämä 2047,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä on myös 272,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin taulukon 5.3. vastaava odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kumuloiuva ylijäämä 1774,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Odotetun skenaarion mukaiset kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kokonaispäästöt vuosina 2013–2020 ovat 272,9 miljoonaa tonnia suuremmat kuin taantumaskenaarion mukaiset kokonaispäästöt. Kokonaispäästöjen ja markkinatarjonnan välinen tasapaino eroaa skenaarioiden välillä juuri 272,9 miljoonan tonnin verran. Kolmannen päästöoikeuskaupparikauden kokonaispäästö määrästä riippuu, kuinka paljon päästöoikeusyksiköitä yritykset tarvitsevat. Jos talous painuu taantumasaan, päästöoikeuskaupparikauden ylijäämä kasvaa. Jos talouskasvu on nopeaa, päästöoikeuskaupparikauden ylijäämä pienenee.

5.3. Herkkyysanalyysi: kaupparjärjestelmän toimintaa koskevien poliittisten päätösten vaikutus

Tässä luvussa tarkastelen herkkyysanalyysin avulla, kuinka suuri vaikutus poliittisilla päätöksillä on EU:n päästöoikeuskauppariin. Niin kuin aikaisemmissa luvuissa olen todennut, Euroopan komissio suunnittelee tällä hetkellä EU:n päästöoikeuskaupparjärjestelmän manipulaatiota päästöoikeusyksikön hinnan nostamiseksi ja uusiutuvaan energiaan kohdistuvien investointien houkuttelevuuden lisäämiseksi. Tässä luvussa havainnollistan ensimmäiseksi taulukoissa 5.5. ja 5.6, miten 1,4 miljardin

päästöoikeusyksikön lopullinen mitätöinti eli set aside -päätös vaikuttaa päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämään odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaisesti. Liitteissä 5 ja 6 ovat lisäksi estimaattini 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksesta päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämään odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaisesti. En tarkastele erikseen väliaikaista päästöoikeusyksiköiden vetämisen pois markkinoilta. Väliaikainen set aside -päätös esimerkiksi huutokauppoja lykkäämällä ei vaikuta kolmannen päästöoikeuskauppariikkinan kumuloituvaan ylijäämään, sillä päästöoikeuskauppariikkinoina poisvedetyt päästöoikeusyksiköt tulisivat päästöoikeuskauppariikkinoina takaisin myöhemmin kolmannella päästöoikeuskauppariikkinalla. Väliaikainen set aside -päätös toki muuttaa hieman vuosikohtaisia ylijäämiä. Oletan kuitenkin, että yritykset osaavat toimia rationaalisesti ja optimoida liiketoimintansa väliaikaisen set aside -päätöksen toteutuessa.

Taulukossa 5.5. esitän arvioni kolmannen päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu. Taulukossa 5.5. tarkastelen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta odotetun skenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämään ilman hankeyksiköiden huomioimista ja hankeyksiköiden huomioimisen kanssa. Ylempi päästöoikeusyksiköiden tarjonta kuvaa 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta päästöoikeuskauppariikkinan ilman hankeyksiköiden käyttöä. Alempi päästöoikeusyksiköiden tarjonta kuvaa 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta päästöoikeuskauppariikkinan hankeyksiköiden käytön kanssa. Sama logiikka pätee ylijäämätarkasteluun. Ylemmässä ylijäämässä en ole huomionut hankeyksiköitä ja alemmassa ylijäämässä olen huomionut hankeyksiköt. Taulukossa 5.5. arvioimani vuosittaiset kokonaispäästömäärät ovat samat, jotka esitin aikaisemmin taulukon 5.3. yhteydessä. Allokoitujen päästöoikeusyksiköiden tarjonta on taulukon 5.3. mukainen päästöoikeusyksiköiden määrä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden tarjonta on taulukon 5.3. mukainen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa.

Taulukko 5.5. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu

Odotettu skenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kaikki CO2-päästöt yhteensä, MtCO2	1863,6	1872,9	1882,2	1891,7	1901,1	1910,6	1920,2	1929,8
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO2*	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Set aside, MtCO2	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO2*	1971,1	1651,7	1614,3	1576,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO2**	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
Set aside, MtCO2	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO2**	2938,8	1713,5	1676,0	1638,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	107,5	-221,2	-268,0	-314,8	-11,7	-58,6	-105,6	-152,7
Kauppa-kauden kumuloituva ylijäämä		-113,6	-381,6	-696,4	-708,1	-766,8	-872,4	-1025,1
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1075,3	-159,4	-206,2	-253,1	50,0	3,1	-43,9	-90,9
Kauppa-kauden kumuloituva ylijäämä		915,9	709,6	456,6	506,6	509,7	465,9	374,9

*Taulukon 5.3. mukainen allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrä. Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana.

**Taulukon 5.3. mukainen allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä. Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Taulukon 5.5. analyysissäni toteutan 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön mitätöinnin lopullisesti eli päästöoikeusyksiköt eivät tule markkinoille kolmannen päästöoikeuskaupakauden lopussa. Toteutan set aside -päätöksen Thomson Reutersin Point Carbonin (2012l, 3-4) raportissaan esittämästä tavasta muokattuna 1,4 miljardille päästöoikeusyksikölle 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen sijaan. Set aside -päätös tapahtuu neljän ensimmäisen vuoden eli vuosien 2013–2016 aikana -350 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä vuosittain. Keskustelua set aside -päätöksen kohdistumisen ajasta ja volyyymista markkinoille on käyty paljon ja esimerkiksi Orbeo (2012c) esittää raportissaan, että 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös voisi toteutua -500 miljoonan vähennyksenä vuosina 2013 ja 2014 ja -400 miljoonan vähennyksenä vuonna 2015. Monet asiantuntijatahot ovat myös arvioineet, että todennäköisesti set aside -määrä tulisi olemaan pienempi kuin 1,4 miljardia päästöoikeusyksikköä. Monien asiantuntijatahojen mielestä 500–800 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -määrä olisi kaikkein todennäköisin vaihtoehto set aside -päätöksen toteutuessa (Thomson Reuters & Point Carbon 2012b, 1-2). Käytän omassa tarkastelussani Thomson Reutersin Point Carbonin mukaista tasaista kohdistumista kolmannen päästöoikeuskaupakauden neljälle ensimmäiselle vuodelle 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen toteutuessa. Liitteissä esitän 700 miljoonan set aside -päätöksen vaikutuksia päästöoikeuskauppariikinaan. Haluan korostaa, että Euroopan komissio ei ole tehnyt vielä lopullista päätöstä, millaisena, miten ja milloin mahdollinen set aside -päätös toteutuu. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön mitätöinti on EU:n ympäristö-, kansanterveys- ja ruokaturvallisuusvaliokunnan (engl. *Environment, Public Health and Food Committee, ENVI*) ehdottama set aside -määrä (Euroopan parlamentti 2012a). ENVI:n puoltaman 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön leikkaaminen kolmannelta päästöoikeuskaupakaudelta tarkoittaisi laskelmieni mukaan kokonaispäästökiintiön pienentymistä 9,2 prosentilla tutkielmassa käyttämästäni 15,265 miljardin päästökiintiöarviostani 13,865 miljardiin päästöoikeusyksikköön. Keskimääräinen vuosittainen päästökiintiö kolmannella päästöoikeuskaupakaudella olisi noin 1733 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Laskelmassa ei ole mukana tutkielmani ulkopuolelle rajaamiani maita ja lentoliikennettä.

Taulukosta 5.5. voidaan nähdä, että odotetun skenaarion mukaisesti ilman hankeyksiköitä vuosi 2013 on set aside -päätöksen jälkeen 107,5 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2014 on -221,2 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2015 on -268,0 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2016 on -314,8 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2017 on -11,7 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2018 on -58,6 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2019 on -105,6 miljoonaa alijäämäinen ja vuosi 2020 on -152,7 miljoonaa päästöoikeusyksikköä alijäämäinen. Kolmas päästöoikeuskauppausikäännee vuonna 2013 sekä vuositasolla että kumuloituvasti ylijäämäisestä alijäämäiseksi. Kolmas päästöoikeuskauppausikäännee on estimaattini mukaan 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen alijäämäinen -1025,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, odotetun skenaarion mukaisesti taulukon 5.5. vuosi 2013 on ylijäämäinen 1075,3 miljoonaa, vuosi 2014 on alijäämäinen -159,4 miljoonaa, vuosi 2015 on alijäämäinen -206,2 miljoonaa, vuosi 2016 on alijäämäinen -253,1 miljoonaa, vuosi 2017 on ylijäämäinen 50,0 miljoonaa, vuosi 2018 on 3,1 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2019 on -43,9 miljoonaa alijäämäinen ja vuosi 2020 on -90,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä alijäämäinen. Vuositasolla tarkasteltuna ylijäämäisyys käännee alijäämäiseksi vuonna 2014, alijäämäisyys takaisin ylijäämäiseksi vuonna 2017 ja ylijäämäisyys takaisin alijäämäisyydeksi vuonna 2019. Vuositasolla kolmannen päästöoikeuskauppausikäänneen tasapaino vaihtelee huomattavasti vuosien välillä, mutta taulukossa 5.3. esittämäni toiselta päästöoikeuskauppausikäänneelta siirtyvä 1774,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämä on niin suuri, että kumuloituvasti koko kolmas päästöoikeuskauppausikäännee on 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikön ylijäämäinen.

Jos 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen tilalla Euroopan komissio toteuttaisi vain 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen, kolmas päästöoikeuskauppausikäännee olisi odotetun skenaarion mukaisesti kumuloituvasti alijäämäinen -325,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa ja kumuloituvasti ylijäämäinen 1074,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa. Tarkempi numeerinen esitys 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksesta odotetun skenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppausikäänneen tasapainoon on liitteessä 5.

Taulukon 5.5. odotetun skenaarion mukaiset kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvat ylijäämät -1025,1 ja 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä eroavat toisistaan hankeyksiköiden käyttökiintiön 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön verran. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös tekee odotetun skenaarion mukaisesta kumuloituvasta kolmannen päästöoikeuskauppaudesta -6,7 prosenttia alijäämäisen verrattuna tutkielmassa käyttämäni kolmannen päästöoikeuskauppauden alkuperäiseen päästökiintiöön 15,265 miljardiin päästöoikeusyksikköön, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Kun hankeyksiköt otetaan markkinatarjontaan mukaan, 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös ei saa kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaa tasapainoa alijäämäiseksi. Set aside -päätöksestä huolimatta kolmas päästöoikeuskauppaus on edelleen 2,4 prosenttia ylijäämäinen verrattuna tutkielmassa käyttämäni kolmannen päästöoikeuskauppauden alkuperäiseen päästökiintiöarviooni 15,759 miljardiin päästöoikeusyksikköön, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa.

Seuraavaksi esitän taulukossa 5.6. arvioni kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäästä taantumaskenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu. Ylempi päästöoikeusyksiköiden tarjonta kuvaa 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta päästöoikeuskaupamarkkinaan ilman hankeyksiköiden käyttöä. Alempi päästöoikeusyksiköiden tarjonta kuvaa 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta päästöoikeuskaupamarkkinaan hankeyksiköiden käytön kanssa. Sama logiikka pätee ylijäämätarkasteluun. Ylemmässä ylijäämässä en ole huomionnut hankeyksiköitä ja alemmassa ylijäämässä olen huomionnut hankeyksiköt. Taulukossa 5.6. arvioimani vuosittaiset kokonaispäästömäärät ovat samat, jotka esitin aikaisemmin taulukon 5.4. yhteydessä. Allokoitujen päästöoikeusyksiköiden tarjonta on taulukon 5.4. mukainen päästöoikeusyksiköiden määrä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden tarjonta on taulukon 5.4. mukainen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa.

Taulukosta 5.6. voidaan nähdä, että taantumaskenaarion mukaisesti, ilman hankeyksiköitä mukana markkinatarjonnassa, vuosi 2013 on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -

päätöksen jälkeen ylijäämäinen 107,5 miljoonaa, vuosi 2014 on alijäämäinen -211,8 miljoonaa, vuosi 2015 on alijäämäinen -244,6 miljoonaa, vuosi 2016 on alijäämäinen -277,4 miljoonaa, vuosi 2017 on ylijäämäinen 35,2 miljoonaa, vuosi 2018 on alijäämäinen -6,9 miljoonaa, vuosi 2019 on alijäämäinen -53,6 miljoonaa ja vuosi 2020 on alijäämäinen -100,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vuosikohtaisesti tarkasteltuna kolmannen päästöoikeuskaupunkauden ylijäämäisyys kääntyy alijäämäisyydeksi vuonna 2014, alijäämäisyys kääntyy ylijäämäisyydeksi vuonna 2017 ja ylijäämäisyys kääntyy alijäämäisyydeksi vuonna 2018. Vuosikohtaisesti tarkasteltuna kolmannen päästöoikeuskaupunkauden tasapaino heilahtelee vuosien välillä hyvin runsaasti. Koko kolmannen päästöoikeuskaupunkauden kumuloituva ylijäämä kääntyy alijäämäisyydeksi vuonna 2014 ja kolmannen päästöoikeuskaupunkauden kumuloituva alijäämä on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen -752,2 miljoonaa päästöoikeusyksikköä.

Taulukko 5.6. Arvio kolmannen päästöoikeuskaupunkauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaarion mukaisesti, jos lopullinen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös toteutuu

Taantumaskenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	1863,6	1863,6	1858,9	1854,3	1854,3	1858,9	1868,2	1877,5
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂ *	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Set aside, MtCO ₂	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	1971,1	1651,7	1614,3	1576,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO ₂ **	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
Set aside, MtCO ₂	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	2938,8	1713,5	1676,0	1638,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	107,5	-211,8	-244,6	-277,4	35,2	-6,9	-53,6	-100,4
Kaupunkauden kumuloituva ylijäämä		-104,3	-348,9	-626,4	-591,2	-598,1	-651,8	-752,2
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1075,3	-150,1	-182,9	-215,7	96,9	54,8	8,1	-38,7
Kaupunkauden kumuloituva ylijäämä		925,2	742,3	526,6	623,6	678,4	686,5	647,8

* Taulukon 5.4. mukainen allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrä. Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana.

**Taulukon 5.4. mukainen allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä. Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiategollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa, taantumaskenaarion mukaisesti arvioin taulukossa 5.6, että 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen vuosi 2013 on ylijäämäinen 1075,3 miljoonaa, vuosi 2014 on alijäämäinen -150,1 miljoonaa, vuosi 2015 on alijäämäinen -182,9 miljoonaa, vuosi 2016 on alijäämäinen -215,7 miljoonaa, vuosi 2017 on ylijäämäinen 96,9 miljoonaa, vuosi 2018 on ylijäämäinen 54,8 miljoonaa, vuosi 2019 on ylijäämäinen 8,1 miljoonaa ja vuosi 2020 on alijäämäinen -38,7 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vuosikohtaisesti tarkasteltuna päästöjen käyttötarpeen ja tarjonnan tasapaino heilahtelee hyvin paljon. Vuosikohtaisesti päästöoikeuskaupan ylijäämä kääntyy alijäämäksi vuonna 2014, alijäämä kääntyy ylijäämäksi vuonna 2017 ja ylijäämä kääntyy uudelleen alijäämäksi vuonna 2020. Kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä taantumaskenaarion mukaisesti hankeyksiköiden ollessa mukana tarkastelussa on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen 647,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Koko kolmas päästöoikeuskauppaus on myös taantumaskenaarion mukaan kumuloituvasti ylijäämäinen toiselta päästöoikeuskauppakaudelta siirtyvien päästöoikeusyksiköiden runsaan määrän takia.

Jos 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen tilalla Euroopan komissio toteuttaisi vain 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen, kolmas päästöoikeuskauppaus olisi odotetun skenaarion mukaisesti kumuloituvasti alijäämäinen -52,2 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa ja kumuloituvasti ylijäämäinen 1347,8 miljoonaa, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa. Tarkempi numeerinen esitys 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksesta taantumaskenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppakauden tasapainoon on liitteessä 6.

Taulukon 5.6. taantumaskenaarion mukaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloituvat tasapainot -752,2 ja 647,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä eroavat toisistaan hankeyksiköiden käyttökiintiön 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön verran. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös tekee taantumaskenaarion mukaisesta kumuloituvasta kolmannen päästöoikeuskauppakaudesta -4,9 prosenttia alijäämäisen verrattuna tutkielmassa käyttämäni kolmannen päästöoikeuskauppakauden alkuperäiseen

päästökiintiöön 15,265 miljardiin päästöoikeusyksikköön, kun hankeyksiköt eivät ole mukana tarkastelussa. Kun hankeyksiköt otetaan markkinatarjontaan mukaan, 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös ei saa kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvaa tasapainoa alijäämäiseksi. Set aside -päätöksestä huolimatta kolmas päästöoikeuskaupaus on edelleen 4,1 prosenttia ylijäämäinen verrattuna tutkielmassa käyttämäni kolmannen päästöoikeuskaupakauden alkuperäiseen päästökiintiöarviooni 15,759 miljardiin päästöoikeusyksikköön, kun hankeyksiköt ovat mukana tarkastelussa.

1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös tekee odotetun skenaarion mukaisesta kolmannen päästöoikeuskaupakauden tasapainosta niukemman kuin taantumaskenaarion mukaisesta kolmannen päästöoikeuskaupakauden tasapainosta, sillä odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupakauden ylijäämä ennen set aside -päätöstä on pienempi kuin taantumaskenaarion mukainen ylijäämä. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside tekee molempien skenaarioiden mukaisesta tasapainosta alijäämäisen, kun hankeyksiköiden käyttöä ei ole otettu mukaan markkinatarjontaan. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksestä huolimatta, molempien skenaarioiden mukainen kolmannen päästöoikeuskaupakauden tasapaino säilyy ylijäämäisenä, kun hankeyksiköt ovat mukana markkinatarjonnassa.

Seuraavaksi lisään tarkasteluun poliittisia muuttujia ja havainnollistan, miltä päästöoikeuskaupamarkkina näyttää poliittisten muuttujien ollessa mukana tarkastelussa. Esittelen estimaattini toisen päästöoikeuskaupakauden ylijäämästä taulukossa 5.7, kun tarkasteluun otetaan mukaan hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskaupakauden huutokaupat ja NER300-huutokaupat. En ota varsinaiseen tarkasteluun mukaan itäeurooppalaisten jäsenmaiden toisen päästöoikeuskaupakauden päästökiintiöitä koskevia valituksia, mutta pohdiskelen myös, millaisia vaikutuksia markkinatarjontaan valitusten mahdollisella läpimenolla voisi olla. Taulukoissa 5.8. ja 5.9. esittelen estimaattini kolmannen päästöoikeuskaupakauden ylijäämästä odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaisesti, kun myös energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen kokonaispäästöjä vähentävä vaikutus otetaan mukaan tarkasteluun.

Taulukossa 5.7. esitän arvioni toisen päästöoikeuskauppakauden ylijäämästä, kun tarkasteluun otetaan hankeyksiköiden lisäksi mukaan päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaa lisääviä poliittisia muuttujia. Taulukon 5.7. päästöoikeusyksiköiden tarve vastaa aikaisemmin taulukossa 5.2. esittämäni arviota EU:n päästöoikeuskaupan kokonaispäästöistä vuosina 2008–2012. Taulukon 5.7. toisen päästöoikeuskauppakauden tasapainotarkasteluun olen ottanut mukaan hankeyksiköiden käytön lisäksi kolmannen päästöoikeuskauppakauden 120 miljoonan päästöoikeusyksikön aikaiset huutokaupat vuodelle 2012. Oletuksena olen käyttänyt, että huutokaupat alkavat ajallaan. Tosin aikaisten huutokauppojen myöhästyminen ja huutokaupattavan päästöoikeusyksiköiden määrän supistuminen 120 miljoonasta 50 miljoonaan saattaa olla todennäköistä niin kuin luvussa 3.3. aikaisemmin mainitsin. Lisäksi ilmastokomissaari Connie Hedegaard on ilmoittanut selvittävänsä mahdollisuutta aikaisten huutokauppojen aikataulun lykkäämiseen, jotta päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämä ei kasvaisi entisestään toisella päästöoikeuskauppakaudella (Thomson Reuters Poin Carbon 2012m, 1-3). Taulukon 5.7. tarkasteluun olen ottanut myös mukaan NER300-huutokaupat eli uusille toimijoille varattavien kolmannen päästöoikeuskauppakauden 300 miljoonan päästöoikeusyksikön huutokaupat, jotka Euroopan Investointipankki aloitti joulukuussa 2011 12 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä. Huhtikuun 2012 loppuun mennessä Euroopan Investointipankki on huutokaupannut 87,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä vuonna 2012 ja suunnitelmana on saada 300 miljoonan päästöoikeusyksikön potti huutokaupattua ennen vuoden 2013 alkua, niin kuin luvussa 3.3. aikaisemmin myös mainitsin. (European Investment Bank 2012.) Hedegaardin suunnitelmat saattavat tuoda epävarmuutta myös NER300-huutokauppojen aikatauluun.

Taulukko 5.7. Arvio toisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat ja NER300 -huutokaupat otetaan mukaan tarkasteluun

	II kauppakausi				
	2008	2009	2010	2011	2012*
Päästöoikeusyksiköiden tarve, MtCO2	2119,8	1879,5	1938,5	1858,9	1858,9
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO2	1958,5	1974,0	1998,3	2001,4	2005,4
Hankeyksiköt, MtCO2	82,5	81,8	137,0	254,7	350,0
Aikaiset huutokaupat, MtCO2					120,0
NER300-huutokaupat, MtCO2				12,0	288,0
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO2	2041,0	2055,8	2135,3	2268,1	2763,4
YLIJÄÄMÄ POLIITTISTEN MUUTTUIJEN KANSSA					
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	-78,8	176,3	196,8	409,2	904,4
Kauppakauden kumuloituvaa ylijäämää		97,5	294,3	703,5	1607,9

*Arvio

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukosta 5.7. voidaan nähdä, että hankeyksiköiden ja huutokauppojen ollessa mukana tarkastelussa vuosi 2008 on -78,8 miljoonaa alijäämäinen, vuosi 2009 on 176,3 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2010 on 196,8 miljoonaa ylijäämäinen, vuosi 2011 on 409,2 miljoonaa ylijäämäinen ja vuosi on 904,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Toinen päästöoikeuskauppakausi kääntyy vuosikohtaisesti ja kumuloituvasti alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2009 ja toinen päästöoikeuskauppakausi on kokonaisuudessaan kumuloituvasti 1607,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Toinen päästöoikeuskauppakausi on 16,2 prosenttia ylijäämäinen verrattuna alkuperäiseen 9937,5 miljoonan päästöoikeusyksikön arvioon toisen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökiintiöstä, kun vain allokoitua päästöoikeusyksiköitä on otettu mukaan päästökiintiöön.

Verrattuna taulukossa 5.2. esittämäni toisen päästöoikeuskauppakauden 1187,9 miljoonan päästöoikeusyksikön kumuloituvaan päästöoikeusyksikön ylijäämään hankeyksiköiden ollessa mukana tarkastelussa, poliittisten päätösten aiheuttama 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön kumuloituva päästöoikeusyksikön ylijäämä on 420,0 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin ylijäämä, jossa pelkästään hankeyksiköiden käyttö on huomioitu. Poliittisten päätösten aiheuttama kumuloituva 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämä on 1326,0 miljoonaa suurempi kuin taulukossa 5.2. esittämäni toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloituva 281,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämä, jossa hankeyksiköiden käyttöä ei ole otettu huomioon. Poliittisten muuttujien ottaminen mukaan tarkasteluun, tekee vuodesta 2012 massiivisesti ylijäämäisemmän verrattuna taulukossa 5.2. esittämiini 496,4 ja 146,4 miljoonan päästöoikeusyksikön arvioihin vuoden 2012 ylijäämään.

Poliittiset päätökset ovat hyvin epävarmoja ja siksi myös markkinatoimijoiden vaikeasti ennakoitavissa. Huutokaupoista Euroopan komissio on tehnyt päätöksen, mutta esimerkiksi tällä hetkellä spekuloidaan siitä, onnistuuko ilmastokomissaari Hedegaard myöhästyttämään huutokauppojen aikataulua. Lisäksi muista EU:n päästöoikeuskauppajärjestelmän kehittämiseen liittyvistä syistä riippuen spekuloidaan, myöhästyvätkö aikaiset 120 miljoonan päästöoikeusyksikön huutokaupat. Jos kolmannen päästöoikeuskauppakauden aikaiset huutokaupat myöhästyisivät ja huutokaupattava päästöoikeusyksiköiden määrä supistuisi 120 miljoonasta esitettyyn 50 miljoonaan vuonna 2012, toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloituva ylijäämä tippuisi 1607,9 miljoonasta 1537,9 miljoonaan päästöoikeusyksikköön. Aikaisten huutokauppojen myöhästyminen auttaisi hieman pienentämään vuoden 2012 massiivista ylijäämää 904,4 miljoonasta 834,4 miljoonaan päästöoikeusyksikköön.

En ole ottanut mukaan taulukon 5.7. tarkasteluun toisen päästöoikeuskauppakauden päästökiintiön mahdollista kasvamista. Toisen päästöoikeuskauppakauden kokonaispäästökiintiö voi nousta nykyisestä, jos joidenkin itäeurooppalaisten jäsenmaiden päästökiintiöitä koskevat valitukset Euroopan tuomioistuimeen menevät läpi. Deutsche Bank (2011b, 1-3) arvioi, että Latvian, Tšekin ja Unkarin päästökiintiövalitusten läpimeno

saattaisi tarkoittaa toisen päästöoikeuskauppakauden vuosittaisen kiintiön kasvamista noin 22,1 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä. Koko toisen päästöoikeuskauppakauden osalta päästökauppi voisi kasvaa yhteensä noin 110,4 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä valitusten mennessä läpi. (Deutsche Bank 2011b, 1-3.) Latvian, Tšekin ja Unkarin valitusten mahdollisen läpimenon lisäksi Viro on jo voittanut päästökauppi valituksensa. Euroopan komissio hyväksyi Viron tarkistetun kansallisen jakosuunnitelman ja nosti vuoden 2011 lopulla Viron vuosittaista keskimääräistä päästökauppiä Kioto-päästökauppiakaudelle 13,3 miljoonaan tonniin 12,7 miljoonasta tonnista. Tämä tarkoittaa lähes 585 000 päästöoikeusyksikön vuosittaista lisäystä komission vuonna 2007 tekemään päätökseen. (Euroopan komissio 2011d.) Puolan päästökauppiä valituksen läpimenosta en saanut varmistettua tietoa. Joidenkin lähteiden mukaan myös Puola olisi voittanut toista päästöoikeuskauppiakautta koskevan päästökauppiä valituksensa. Puolan rinnalla Latvia, Tšekki ja Unkari ovat hyvin pieniä tekijöitä. Jos Puolan tekemä valitus menisi täysimääräisesti läpi, Puolan vuosittainen päästökauppiä voisi kasvaa 79 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä, joka tarkoittaisi kausitasolla 395 miljoonan lisäystä toisen päästöoikeuskauppiakauden markkinatarjontaan. Huomion arvoista on, että esimerkiksi Viro sai läpi vain alle 5 prosentin lisäyksen päästökauppiänsä. Viro haki päästökauppiänsä vuosittaista nostamista 51,5 prosentilla eli 12,5 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä 0,585 miljoonan päästöoikeusyksikön sijaan. Latvia hakee 45,4 prosentin nostoa, Tšekki hakee 14,9 prosentin nostoa, Unkari hakee 13,3 prosentin nostoa ja Puola hakee 27,7 prosentin nostoa toisen päästöoikeuskauppiakauden päästökauppiäihinsä. (Deutsche Bank 2011b, 1-3.) Ei ole välttämättä realistista ajatella, että valittajamaiden päästökauppiä nousisivat aivan haettua päästöoikeusyksiköiden määrää. Tässä tarkastelussa haluan kuitenkin hahmottaa, miltä päästöoikeuskauppiamarkkina voisi ylijäämäisimmillään näyttää, joten esimerkiksi 113,3 miljoonan päästöoikeusyksikön päästökauppiä valitusten läpimeno kasvattaisi toisen päästöoikeuskauppiakauden kumuloituvaa 1607,9 miljoonan ylijäämää 113,3 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä eli toisen päästöoikeuskauppiakauden ylijäämä kasvaisi 1721,2 miljoonaan päästöoikeusyksikköön. Potentiaalia on kuitenkin suuremmallekin markkinatarjonnan lisäykselle.

Kuten olemme huomanneet, on todella merkittävää päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämän kannalta, mitä asioita otetaan mukaan tarkasteluun. Poliittisilla päätöksillä on erittäin suuri merkitys päästöoikeuskauppamarkkinaan. Toisen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeen ja markkinatarjonnan erotus näyttää ihan erilaiselta, kun poliittiset päätökset otetaan mukaan analyysiin. Poliittiset päätökset ovat markkinatoimijoiden kannalta vaikeasti ennakoitavissa ja muuttavat päästöoikeuskauppamarkkinan tasapainon kautta myös päästöoikeusyksiköiden hintoja.

Luvun 5.3. lopuksi tarkastelen taulukoissa 5.8. ja 5.10. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta kolmannen päästöoikeuskauppakauden markkinatasapainoon, kun tarkastelussa ovat mukana hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen kokonaispäästöjä vähentävä vaikutus. Tarkastelussa ei ole mukana itäeurooppalaisten jäsenmaiden toisen päästöoikeuskauppakauden päästokiintiöitä koskevia valituksia. Myöskään kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokauppojen mahdollista myöhästymistä ei ole otettu tarkastelussa huomioon. Koska taulukossa 5.3. esittämäni odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppakauden 1774,9 miljoonan päästöoikeusyksikön kumuloituva ylijäämä hankeyksiköt huomioiden ja taulukossa 5.4. esittämäni taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppakauden 2047,8 miljoonan päästöoikeusyksikön kumuloituva ylijäämä hankeyksiköt huomioiden ovat niin suuria, teen päästöoikeusyksiköiden tarkemman set aside -tarkastelun tutkielmassani 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätökselle ja liitteissä 7 ja 8 esitän 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksen kolmanteen päästöoikeuskauppauteen.

Taulukossa 5.8. esitän arvioni 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta kolmannen päästöoikeuskauppakauden markkinatasapainoon odotetun skenaarion mukaisesti, kun tarkastelussa ovat mukana hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat ja energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen kokonaispäästöjä vähentävä vaikutus.

Taulukko 5.8. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetulla skenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös otetaan mukaan tarkasteluun

Odotettu skenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3247,1	3279,6	3312,4	3345,5	3378,9	3412,7	3446,9	3481,3
- Fossiililla polttoaineilla, TWh	1642,5	1650,8	1659,0	1667,3	1675,6	1684,0	1692,4	1700,9
CO ₂ -päästöt, MtCO ₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1078,3	1083,7	1089,1	1094,6	1100,0	1105,5	1111,1
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	291,0	292,5	293,9	295,4	296,9	298,3	299,8
- Muu teollisuus	501,1	503,6	506,1	508,6	511,2	513,7	516,3	518,9
Energiatehokkuusdirektiivi, MtCO ₂	0,0	-50,3	-100,5	-117,8	-134,8	-151,8	-169,0	-186,0
Päästöoikeusyksiköiden tarve, MtCO₂	1863,6	1822,6	1781,7	1773,9	1766,4	1758,9	1751,2	1743,8
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂	3594,6	1949,2	1911,8	1874,3	1836,9	1799,5	1762,0	1724,6
Hankeyksiköt, MtCO ₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Set aside, MtCO ₂	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	3656,3	2011,0	1973,5	1936,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	3306,3	1661,0	1623,5	1586,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
YLIJÄÄMÄ ENNEN SET ASIDEA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1792,8	188,3	191,8	162,2	132,3	102,4	72,6	42,6
Kauppakauden kumuloituvaa ylijäämää	1981,1	2172,9	2335,1	2467,4	2569,7	2642,4	2684,9	
YLIJÄÄMÄ SET ASIDEN JÄLKEEN								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1442,8	-161,7	-158,2	-187,8	132,3	102,4	72,6	42,6
Kauppakauden kumuloituvaa ylijäämää	1281,1	1122,9	935,1	1067,4	1169,7	1242,4	1284,9	

*Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö, mutta ei set aside -päätöstä.

** Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö ja set aside -päätös.

Vuoden 2013 päästöoikeusyksiköiden tarjontaan on lisätty taulukon 5.7. toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloituvaa 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämää. Vuosien 2013–2020 tarjonnasta on vähennetty 420 miljoonaa päästöoikeusyksikköä 52,5 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukoissa 5.8. ja 5.10. otan huomioon energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta vähentävän vaikutuksen Deutsche Bankin (2012a, 5-11) esittämän arvion mukaisesti. Euroopan komissio haluaa tehdä kiristyksiä nykyiseen energiatehokkuusdirektiiviin, sillä EU on huomattavasti jäljessä itselleen asettamasta energiatehokkuuden primäärienergian kulutuksen pienentämistavoitteestaan 20 prosentista vuoteen 2020 mennessä. Tällä hetkellä EU on noin 10 prosentin vauhdissa. Euroopan komission (2011f, 6) mukaan energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen tehostaa teollisuustuotantoa ja energian loppukäytön vähentyminen johtaa sähkönkulutuksen vähentymiseen ja sitä kautta myös tuotannon vähentämiseen. Deutsche Bank (2012a, 5-11) esittää, että primäärienergian kulutuksen pienentyminen 20 prosentilla BAU-toimintauraan (engl. business as usual) verrattuna vuoteen 2020 mennessä voi vähentää päästöjä lineaarisesti kasvavana päästövähennyksenä vuodesta 2014 vuoteen 2020 asti -2241 miljoonaa tonnia kaikilta päästöoikeuskaupassa mukana olevilta ja sen ulkopuolisilta sektoreilta yhteensä. Deutsche Bank esittää 60, 50 ja 40 prosentin skenaariot päästövähennyksen kohdistumiselle EU:n päästöoikeuskaupasektorille. Jos 60 prosenttia -2241 miljoonan tonnin päästövähennyksestä kohdistuisi päästöoikeuskaupasektorille, tarkoittaisi tämä -1344 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskaupasektorilta. Jos 50 prosenttia -2241 miljoonan tonnin päästövähennyksestä kohdistuisi päästöoikeuskaupasektorille, tarkoittaisi tämä -1120 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskaupasektorilta. Jos -2241 miljoonan tonnin päästövähennyksestä 40 prosenttia kohdistuisi päästöoikeuskaupasektorille, tarkoittaisi tämä -896 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskaupasektorilta. Deutsche Bank esittää myös Euroopan komission pessimistisemmän 15,4 prosentin skenaarion mukaisen arvion energiatehokkuusdirektiivin kiristämisen vaikutuksista kokonaispäästöihin. Deutsche Bank pitää EU:n 20 prosentin tavoitetta todennäköisempänä, että EU:n pessimistisempi 15,4 prosentin energiatehokkuuden kiristämistavoite voitaisiin saavuttaa vuoteen 2020 mennessä. 15,4 prosentin energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen tarkoittaisi Deutsche Bankin mukaan kaikilta sektoreilta yhteensä 1400 miljoonan tonnin päästövähennystä, joka on juuri ehdotetun set aside -päätöksen suuruinen. Jos 60 prosenttia -1400 miljoonan tonnin

päästövähennyksestä kohdistuisi päästöoikeuskauppasektorille, tarkoittaisi tämä -840 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskauppasektorilta. Jos 50 prosenttia -1400 miljoonan tonnin päästövähennyksestä kohdistuisi päästöoikeuskauppasektorille, tarkoittaisi tämä -700 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskauppasektorilta. Jos -1400 miljoonan tonnin päästövähennyksestä 40 prosenttia kohdistuisi päästöoikeuskauppasektorille, tarkoittaisi tämä -560 miljoonan tonnin päästövähennystä EU:n päästöoikeuskauppasektorilta. Käytän taulukoissa 5.8. ja 5.10. Deutsche Bankin esittämien energiatehokkuusdirektiivin aiheuttamien potentiaalisten kokonaispäästövähennysarvioiden ja EU:n päästöoikeuskauppasektorille kohdistuvien päästövähennysarvioiden keskiarvoa. Käyttämäni keskiarvo, joka kohdistuu EU:n päästöoikeuskauppasektorille, on -910 miljoonan tonnin päästövähennys. Koska on mielenkiintoista nähdä, miten energiatehokkuusdirektiivin erilaiset päästövähennysarviot vaikuttavat päästöoikeuskaupamarkkinaan, teen odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämän herkkyytarkastelut Deutsche Bankin esittämille lineaarisille energiatehokkuusdirektiivin päästövähennysarvioille myöhemmin taulukoissa 5.9. ja 5.11. (Deutsche Bank 2012a, 5-11.)

Taulukoiden 5.8. ja 5.10. allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrään olen lisännyt vuodelle 2013 toiselta päästöoikeuskaupakaudelta siirtyvän taulukon 5.7. mukaisen päästöoikeusyksiköiden kumuloituvan 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämän. Vastaavasti olen vähentänyt taulukoiden 5.8. ja 5.10. allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrästä aikaisten huutokauppojen 120 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja NER300-huutokauppojen 300 miljoonaa päästöoikeusyksikköä eli yhteensä 420 miljoonaa päästöoikeusyksikköä kohdistettuna 52,5 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä vuosille 2008–2020. Päädyin tasavähennysratkaisuun, koska en saanut varmistettua, minkä vuoden päästökiintiöstä aikaiset huutokaupat toimitetaan. Päästöoikeusyksiköiden tarjonnalle esitän molemmissa taulukoissa kaksi vaihtoehtoa. Ylemmässä päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa ei ole otettu 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä huomioon, kun taas alemmassa päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa on otettu 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös huomioon. Taulukoissa 5.8. ja 5.10. esitän kolmannen päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämälle kaksi vaihtoehtoa, jotta

1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusta voidaan vertailla tilanteeseen, jossa 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä ei tapahdu. Ylempi kolmannen päästöoikeuskaupakauden skenaarioiden mukainen ylijäämä on ilman set aside -päätöstä ja alemmassa ylijäämässä on huomioitu 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös. Toteutan 1,4 miljardin set aside -päätöksen saman periaatteen mukaisesti kuin taulukoissa 5.5. ja 5.6. eli -350 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä vuosina 2013–2016.

Taulukossa 5.8. esittämäni odotetun skenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskaupakauden tasapainosta ennen 1,4 miljardin set aside -päätöstä on vuodelle 2013 ylijäämäinen 1792,8 miljoonaa, vuodelle 2014 ylijäämäinen 188,3 miljoonaa, vuodelle 2015 ylijäämäinen 191,8 miljoonaa, vuodelle 2016 ylijäämäinen 162,2 miljoonaa, vuodelle 2017 ylijäämäinen 132,3 miljoonaa, vuodelle 2018 ylijäämäinen 102,4 miljoonaa, vuodelle 2019 ylijäämäinen 72,6 miljoonaa ja vuodelle 2020 ylijäämäinen 42,6 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Koko kolmas päästöoikeuskaupakausi on nyt odotetun skenaarion mukaisesti kumuloituvasti 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen.

Taulukossa 5.8. arvioimani odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupakausi on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen vuonna 2013 ylijäämäinen 1442,8 miljoonaa, vuonna 2014 alijäämäinen -161,7 miljoonaa, vuonna 2015 alijäämäinen -158,2 miljoonaa, vuonna 2016 alijäämäinen -187,8 miljoonaa, vuonna 2017 ylijäämäinen 132,3 miljoonaa, vuonna 2018 ylijäämäinen 102,4 miljoonaa, vuonna 2019 ylijäämäinen 72,6 miljoonaa ja vuonna 2020 ylijäämäinen 42,6 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vuosikohtaisesti tarkasteltuna kolmas päästöoikeuskaupakausi kääntyy ylijäämäisestä alijäämäiseksi vuonna 2014 ja alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2017. Kumuloituvasti koko kolmas päästöoikeuskaupakausi on odotetun skenaarion mukaisesti 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen ylijäämäinen 1284,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Jos samoilla oletuksilla poliittisista muuttujista vaihtoehtoinen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätös tapahtuu, odotetun skenaarion mukainen estimaattini kolmannen päästöoikeuskaupakauden tasapainosta set aside -päätöksen jälkeen on 1984,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen.

Liitteessä 7 on tarkempi numeerinen esitys 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside - päätöksen vaikutuksista.

Ennen 1,4 miljardin set aside -päätöstä kolmas päästöoikeuskauppauskausi on odotetun skenaarion mukaisesti 17,6 prosenttia kumuloituvasti ylijäämäinen verrattuna alkuperäiseen 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön estimaattiini kolmannen päästöoikeuskauppauskauden päästökiintiöstä. 1,4 miljardin set aside -päätöksen jälkeen kolmas päästöoikeuskauppauskausi on vielä 1284,9 miljoonaa kumuloituvasti ylijäämäinen, joka vastaa 8,4 prosentin ylijäämää verrattuna alkuperäiseen päästökiintiöestimaattiini.

Jos energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävä vaikutus on EU:n päästöoikeuskauppaussektorille pienempi kuin taulukossa 5.8. käyttämäni oletus, odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauskauden kumuloituvaa ylijäämää ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä pienenee. Jos taas energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävä vaikutus on EU:n päästöoikeuskauppaussektorille suurempi kuin taulukossa 5.8. käyttämäni oletus, odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauskauden kumuloituvaa ylijäämää ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä kasvaa. Jos energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen vähentää kokonaispäästöjä ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta EU:n päästöoikeuskauppaussektorilta esimerkiksi 60 prosenttia 20 prosentin kiristämistavoitteesta eli -1344 miljoonaa tonnia, kolmannen päästöoikeuskauppauskauden kumuloituvaa ylijäämää odotetun skenaarion mukaisesti kasvaa 3119,5 miljoonaan päästövähennysyksikköön. Jos energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen vähentää kokonaispäästöjä ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta EU:n päästöoikeuskauppaussektorilta vain 40 prosenttia 15,4 prosentin kiristämistavoitteesta eli 560 miljoonaa tonnia, kolmannen päästöoikeuskauppauskauden kumuloituvaa ylijäämää odotetun skenaarion mukaisesti vähenee 2334,5 miljoonaan päästöoikeusyksikköön.

Taulukossa 5.9. havainnollistan, miten odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauskauden kumuloituvaa ylijäämää ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä muuttuu energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen aiheuttaman päästövähennyksen ja EU:n päästöoikeuskauppaussektorille kohdistuvan päästövähennyksen

muuttuessa, kun muut muuttajat pysyvät vakioina. Taulukossa 5.8. esittämäni odotetun skenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskaupunkauden kumuloituvasta ylijäämästä 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä on keskiarvo taulukossa 5.9. esittämistäni odotetun skenaarion mukaisista kolmannen päästöoikeuskaupunkauden ylijäämistä.

Taulukko 5.9. Energiatohokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutus odotetun skenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskaupunkauden kumuloituvaan ylijäämään ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päättöstä

Energiatohokkuusdirektiivin vaikutus	Kaupunkauden kumuloituva ylijäämä, MtCO₂
15,4 % tavoite	
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 40 %	2334,5
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 50 %	2474,4
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 60 %	2614,3
20 % tavoite	
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 40 %	2671,3
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 50 %	2895,4
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskaupunkaan 60 %	3119,5

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiatohollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukosta 5.9. voidaan nähdä, että odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupunkauden kumuloituva ylijäämä voi olla arvioni mukaan energiatohokkuusdirektiivin kiristämistavoitteesta ja päästövähennyksen kohdistumisesta riippuen suurimmillaan 3119,5 miljoonaa ja pienimmillään 2334,5 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Suurin odotetun skenaarion mukainen kolmannen

päästöoikeuskauppauden ylijäämä 3119,5 miljoonaa on 434,6 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin taulukossa 5.8. estimoimani keskiarvoinen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituva ylijäämä 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Pienin odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämä 2334,5 miljoonaa on 350,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä pienempi kuin taulukossa 5.8. estimoimani keskiarvoinen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituva ylijäämä 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Taulukossa 5.9. esittämieni kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvien ylijäämien vaihteluväli on 785 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Jos energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus jätetään pois tarkastelusta kokonaan, odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämä on sama kuin pelkkien hankeyksiköiden ollessa mukana tarkastelussa eli 1774,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, sillä huutokaupat eivät vaikuta kumuloituvaan ylijäämään.

Seuraavaksi havainnollistan taulukossa 5.10, kuinka poliittisten muuttujien ottaminen mukaan tarkasteluun vaikuttaa taantumaskenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaan ylijäämään. Taulukossa 5.10. esittämäni taantumaskenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskauppauden tasapainosta ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä on vuodelle 2013 ylijäämäinen 1792,8 miljoonaa, vuodelle 2014 ylijäämäinen 197,7 miljoonaa, vuodelle 2015 ylijäämäinen 215,1 miljoonaa, vuodelle 2016 ylijäämäinen 199,6 miljoonaa, vuodelle 2017 ylijäämäinen 179,2 miljoonaa, vuodelle 2018 ylijäämäinen 154,1 miljoonaa, vuodelle 2019 ylijäämäinen 124,6 miljoonaa ja vuodelle 2020 ylijäämäinen 94,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Koko kolmas päästöoikeuskauppaus on taantumaskenaarion mukaisesti kumuloituvasti 2957,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen.

Taulukko 5.10. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätös otetaan mukaan tarkasteluun

Taantumaskenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3247,1	3247,1	3230,9	3214,7	3214,7	3230,8	3263,1	3295,7
- Fossiilisilla polttoaineilla, TWh	1642,5	1642,5	1638,4	1634,3	1634,3	1638,4	1646,6	1654,9
CO ₂ -päästöt, MtCO ₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1072,9	1070,3	1067,6	1067,6	1070,2	1075,6	1081,0
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	289,6	288,8	288,1	288,1	288,8	290,3	291,7
- Muu teollisuus	501,1	501,1	499,8	498,6	498,6	499,8	502,3	504,8
Energiatehokkuusdirektiivi, MtCO ₂	0,0	-50,3	-100,5	-117,8	-134,8	-151,8	-169,0	-186,0
Päästöoikeusyksiköiden tarve, MtCO₂	1863,6	1813,3	1758,4	1736,5	1719,5	1707,1	1699,2	1691,5
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂	3594,6	1949,2	1911,8	1874,3	1836,9	1799,5	1762,0	1724,6
Hankeyksiköt, MtCO ₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Set aside, MtCO ₂	-350,0	-350,0	-350,0	-350,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	3656,3	2011,0	1973,5	1936,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	3306,3	1661,0	1623,5	1586,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
YLIJÄÄMÄ ENNEN SET ASIDEA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1792,8	197,7	215,1	199,6	179,2	154,1	124,6	94,8
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä	1990,4	2205,6	2405,1	2584,3	2738,4	2863,0	2957,8	
YLIJÄÄMÄ SET ASIDEN JÄLKEEN								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1442,8	-152,3	-134,9	-150,4	179,2	154,1	124,6	94,8
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä	1290,4	1155,6	1005,1	1184,3	1338,4	1463,0	1557,8	

*Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö, mutta ei set aside -päätöstä.

** Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö ja set aside -päätös.

Vuoden 2013 päästöoikeusyksiköiden tarjontaan on lisätty taulukon 5.7. toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämä. Vuosien 2013–2020 tarjonnasta on vähennetty 420 miljoonaa päästöoikeusyksikköä 52,5 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukossa 5.10. arvioimani taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen vuonna 2013 ylijäämäinen 1442,8 miljoonaa, vuonna 2014 alijäämäinen -152,3 miljoonaa, vuonna 2015 alijäämäinen -134,9 miljoonaa, vuonna 2016 alijäämäinen -150,4 miljoonaa, vuonna 2017 ylijäämäinen 179,2 miljoonaa, vuonna 2018 ylijäämäinen 154,1 miljoonaa, vuonna 2019 ylijäämäinen 124,6 miljoonaa ja vuonna 2020 ylijäämäinen 94,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vuosikohtaisesti tarkasteltuna kolmas päästöoikeuskauppaus kääntyy ylijäämäisestä alijäämäiseksi vuonna 2014 ja alijäämäisestä ylijäämäiseksi vuonna 2017. Kumuloituvasti koko kolmas päästöoikeuskauppaus on taantumaskenaarion mukaisesti 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen ylijäämäinen 1557,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Jos samoilla oletuksilla poliittisista muuttujista vaihtoehtoinen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätös tapahtuu, taantumaskenaarion mukainen estimaattini kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämästä set aside -päätöksen jälkeen on 2257,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Liitteessä 8 on tarkempi numeerinen esitys 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksista.

Ennen 1,4 miljardin set aside -päätöstä kolmas päästöoikeuskauppaus on taantumaskenaarion mukaisesti 19,4 prosenttia kumuloituvasti ylijäämäinen verrattuna alkuperäiseen 15,265 miljardin päästöoikeusyksikön estimaattiini kolmannen päästöoikeuskauppauden päästökiintiöstä. 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen kolmas päästöoikeuskauppaus on vielä kumuloituvasti 1557,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, joka vastaa 10,2 prosentin ylijäämää verrattuna alkuperäiseen arviooni kolmannen päästöoikeuskauppauden päästökiintiöstä.

Jos energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävä vaikutus on EU:n päästöoikeuskauppaus sektorille pienempi kuin taulukossa 5.10. käyttämäni oletus, taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaa ylijäämää ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä pienenee. Jos energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävä vaikutus on EU:n päästöoikeuskauppaus sektorille suurempi kuin taulukossa 5.10. käyttämäni oletus,

taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä kasvaa. Jos energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen vähentää kokonaispäästöjä ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta EU:n päästöoikeuskauppasektorilta esimerkiksi 60 prosenttia 20 prosentin kiristämistavoitteesta eli -1344 miljoonaa tonnia, kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä taantumaskenaarion mukaisesti kasvaa 3392,4 miljoonaan päästövähennyksikköön. Jos taas energiatehokkuusdirektiivin kiristäminen vähentää kokonaispäästöjä ja päästöoikeusyksiköiden tarvetta EU:n päästöoikeuskauppasektorilta vain 40 prosenttia 15,4 prosentin kiristämistavoitteesta eli 560 miljoonaa tonnia, kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä taantumaskenaarion mukaisesti vähenee 2607,4 miljoonaan päästöoikeusyksikköön.

Taulukossa 5.11. havainnollistan, miten taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloitua ylijäämä ennen 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöstä muuttuu energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen aiheuttaman päästövähennyksen ja EU:n päästöoikeuskauppasektorille kohdistuvan päästövähennyksen muuttuessa, kun muut muuttujat pysyvät vakioina. Taulukossa 5.10. esittämäni taantumaskenaarion mukainen arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden kumuloituvasta ylijäämästä 2957,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä on keskiarvo taulukossa 5.11. esittämäni taantumaskenaarion mukaisista kolmannen päästöoikeuskauppakauden ylijäämistä.

Taulukko 5.11. Energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen vaikutus taantumaskenaarion mukaiseen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvaaan ylijäämään

Energiatehokkuusdirektiivin vaikutus	Kauppauden kumuloitua ylijäämä, MtCO₂
15,4 % tavoite	
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 40 %	2607,4
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 50 %	2747,3
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 60 %	2887,2
20 % tavoite	
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 40 %	2944,2
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 50 %	3168,3
Kohdistuminen EU:n päästöoikeuskauppaan 60 %	3392,4

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukosta 5.11. voidaan nähdä, että taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloitua ylijäämä voi olla arvioni mukaan energiatehokkuusdirektiivin kiristämistavoitteesta ja päästövähennyksen kohdistumisesta riippuen suurimmillaan 3392,4 miljoonaa ja pienimmillään 2607,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Suurin taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämä 3392,4 miljoonaa on 434,6 miljoonaa päästöoikeusyksikköä suurempi kuin taulukossa 5.10. estimoimani keskiarvoinen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloitua ylijäämä 2957,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Pienin taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämä 2607,4 miljoonaa on 350,4 miljoonaa päästöoikeusyksikköä pienempi kuin taulukossa 5.10. estimoimani keskiarvoinen kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloitua ylijäämä 2957,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Taulukossa 5.11. esittämiäni kolmannen päästöoikeuskauppauden

kumuloituvien ylijäämien vaihteluväli on 785 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Jos energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus jätetään pois tarkastelusta kokonaan, taantumaskenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskauppauden ylijäämä on sama kuin pelkkien hankeyksiköiden ollessa mukana tarkastelussa eli 2047,38 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, sillä huutokaupat eivät vaikuta kumuloituvaan ylijäämään.

Kun poliittisia muuttujia on mukana tarkastelussa, odotetun skenaarion ja taantumaskenaarion mukaiset estimaattini kolmannen päästöoikeuskauppauden kumuloituvasta ylijäämästä eroavat toisistaan luvussa 5.2. esittämieni skenaarioiden mukaisten tulevaisuuden kokonaispäästöestimaattien erotuksen verran eli 272,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä.

5.4. Yhteenvedo kauppakausien kumuloituvista ylijäämistä

Tässä luvussa kokoon yhteen tutkielmani keskeiset arviot päästöoikeuskauppausien kumuloituvasta ylijäämästä. Taulukossa 5.12. on koottu yhteen tutkielmassa esittämäni toteumat ja arviot päästöoikeuskauppausien kumuloituvista ylijäämistä ennen ja jälkeen lopullisten 1,4 miljardin ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätösten.

Taulukko 5.12. Yhteenveto kauppakausien kumuloituvista ylijäämistä

KAUPPAKAUDEN KUMULOITUVA YLIJÄÄMÄ, MtCO₂	Ennen set asidea	1,4 Gt set asiden jälkeen	700 Mt set asiden jälkeen
I KAUPPAKAUSI			
ilman hankeyksiköitä	146,0	-	-
II KAUPPAKAUSI			
ilman hankeyksiköitä	281,9	-	-
hankeyksiköiden kanssa	1187,9	-	-
hankeyksiköiden ja poliittisten muuttujien kanssa	1607,9	-	-
III KAUPPAKAUSI			
Odotettu skenaario			
ilman hankeyksiköitä	374,9	-1025,1	-325,1
hankeyksiköiden kanssa	1774,9	374,9	1074,9
hankeyksiköiden ja poliittisten muuttujien kanssa	2684,9	1284,9	1984,9
Taantumaskenaario			
ilman hankeyksiköitä	647,8	-752,2	-52,2
hankeyksiköiden kanssa	2047,8	647,8	1347,8
hankeyksiköiden ja poliittisten muuttujien kanssa	2957,8	1557,8	2257,8

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Taulukosta 5.12. voidaan nähdä, että päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapaino vaihtelee riippuen siitä, minkälaiseksi tulevaisuuden talouskasvu, sähköntuotannon kasvu, fossiilisten polttoaineiden käytön kasvu ja teollisuuden kasvu oletetaan. Talouskasvuskenaariot vaikuttavat päästöennusteen kautta odotuksiin tulevien vuosien päästöoikeusyksiköiden käyttötarpeesta. Se, mitä asioita otetaan huomioon päästöoikeusyksiköiden tarjontaan, vaikuttaa omalta osaltaan päästöoikeuskauppamarkkinan tasapainoon. Jos päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan vain markkinatoimijoille allokoitua päästöoikeusyksiköitä, päästöoikeuskauppamarkkinan tasapainosta saa paljon alijäämäisemmän kuvan kuin

tarkastelusta, jossa huomioidaan allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi myös hankeyksiköiden käyttö ja poliittisia muuttujia. Kun päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan vain allokoituneet päästöoikeusyksiköt, arvioideni mukaan toinen päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 281,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen ja taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 647,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Kun päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi hankeyksiköiden käyttö, arvioideni mukaan toinen päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 1187,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 1774,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen ja taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 2047,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Kun päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan hankeyksiköiden käyttö ja poliittisista muuttujista aikaiset huutokaupat, NER300-huutokaupat sekä energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus, arvioideni mukaan toinen päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 1607,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen, odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen ja taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskauppaus on kumulatiivisesti 2957,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Päästöoikeusyksiköiden lopullinen joko 1,4 miljardin tai vaihtoehtoisesti 700 miljoonan päästöoikeusyksikön mitätöinti tekee kolmannesta päästöoikeuskauppaudesta kumulatiivisesti alijäämäisen ainoastaan silloin, kun hankeyksiköt ja poliittiset muuttujat eivät ole mukana tasapainotarkastelussa. Tällöin odotetun skenaarion mukainen arvioni kolmannen päästöoikeuskauppauden kumulatiivista alijäämästä on 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen -1025,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen -325,1 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vastaavat taantumaskenaarion mukaiset arvioni kolmannen päästöoikeuskauppauden kumulatiivista alijäämästä 1,4 miljardin ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -

päätösten jälkeen ovat -752,2 miljoonaa ja -52,2 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi päästöoikeusyksiköiden tarjontapuolelle otetaan mukaan hankeyksiköiden eli CER- ja ERU-yksiköiden käyttömahdollisuus, odotetun skenaarion mukainen arvioni kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvasta ylijäämästä 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen on 374,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen 1074,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vastaavat taantumaskenaarion mukaiset arvioni kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvasta ylijäämästä 1,4 miljardin ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätösten jälkeen ovat 647,8 miljoonaa ja 1347,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Kun hankeyksiköt ja poliittiset muuttujat ovat mukana tasapainotarkastelussa odotetun skenaarion mukainen kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvasta ylijäämä 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen on 1284,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen jälkeen 1984,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä. Vastaavat taantumaskenaarion mukaiset estimaattini kolmannen päästöoikeuskaupakauden kumuloituvasta ylijäämästä 1,4 miljardin ja 700 miljoonan set päästöoikeusyksikön set aside -päätösten jälkeen ovat 1557,8 miljoonaa ja 2257,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä.

6. Johtopäätökset ja keskustelu

Tutkielmani tavoite on ollut Aatolan, Ollikaisen ja Ollikan (2008b, 95) päästöjen ennustamisen estimointimallia hyödyntäen arvioida EU:n päästöoikeuskaupan päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoa toisella ja kolmannella päästöoikeuskaupakaudella vuosina 2008–2020. Koska päästöoikeusyksiköiden tuleva tarve vastaa yritysten luontoon laskemaa päästömäärää, simuloin päästöjen ennustamisen estimointimallia hyödyntäen arvioni tulevasta päästökehityksestä EU:n päästöoikeuskaupassa kahden erilaisen skenaarion mukaisesti. Odotetun skenaarion mukaisessa estimaatissani ennakoin, että EU toipuu talouskriisistään vuoteen 2014

mennessä ja palaa silloin tasaisen kahden prosentin talouskasvun uralleen. Taantumaskenaarion mukaisessa estimaatissani puolestaan ennakoin, että EU ajautuu pitkään taantumaan, jonka toinen piikki iskee talouteen vuonna 2013 ja vaikutukset alkavat tuntua taloudessa ja teollisuudessa vuonna 2014. Taantumaskenaarion mukaisessa oletuksessani EU palaa takaisin kahden prosentin talouskasvun uralleen vasta vuonna 2019. Tarkastelin kahden erilaisen skenaarion avulla, kuinka erilaiset odotukset tulevaisuuden talouskasvusta, sähköntuotannon kasvusta, fossiilisten polttoaineiden käytön kasvusta ja teollisuuden kasvusta vaikuttavat kokonaispäästöjen kautta päästöoikeusyksiköiden tarpeeseen ja sitä kautta myös päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoon. Päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoa eli päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämää estimoin kolmella eri tavalla. Aluksi tarkastelin ylijäämää puhtaasti allokoitujen päästöoikeusyksiköiden ja päästöjen erotuksena. Tämän jälkeen otin päästöoikeusyksiköiden tarjontaan mukaan hankeyksiköiden käyttömahdollisuuden allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi. Lopuksi lisäsin päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämätarkasteluun poliittisista muuttujista aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat sekä energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen ja katsoin, kuinka poliittiset muuttujat vaikuttavat päästöoikeuskauppariikkinan tasapainoon. Jokaiselle ylijäämätarkastelulle tein erikseen päästöoikeusyksiköiden lopullisen mitätöinnin eli 1,4 miljardin päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutusten arvioinnin ja tutkin, kuinka päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämä muuttui set aside -päätöksen jälkeen. Liitteissä esitin myös vaihtoehtoisen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen vaikutuksia päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämään.

EU:n päästöoikeuskaupan tulevaisuuden kokonaispäästöjen simulointi oli varmasti tutkielmani haasteellisin osa. Haasteita kokonaispäästöjen simulointiin toi erityisesti käyttämieni tietolähteiden sähköntuotantodatan puutteellisuus. En saanut kaikkia maita kattavaa sähköntuotantodataa, joka olisi sisältänyt sähköntuotannon kokonaismäärän, fossiilisten polttoaineiden käytön määrän sekä fossiilisten polttoaineiden polttoainekohtaisen jaottelun yhdestä lähteestä vaan jouduin yhdistelemään sähköntuotantodataa useammasta eri lähteestä. Koska ensisijainen sähköntuotannon

tietolähteeni ENTSO-E (2012) kattoi vain noin 80 prosenttia polttoainekohtaisesta jaottelusta, päädyin ottamaan polttoainekohtaisen jaottelun pääsääntöisesti Eurelectricin (2007) vuosien 2004 ja 2005 sähköntuotantotilastojen keskiarvoista. Uudemman tuotantorakenteen käyttäminen olisi ollut tutkielmani kannalta varmasti parempi, mutta vuosien 2004 ja 2005 tilastot olivat ainoat, jotka kattoivat lähes kaikkien tarkastelussa mukana olleiden maiden fossiilisten polttoaineiden polttoainekohtaiset jaottelut. Vaikka jouduin käyttämään varsin vanhaa sähköntuotantorakennetta fossiilisten polttoaineiden jaottelussa, maiden välinen vertailtavuus kuitenkin säilyi, koska otin fossiilisten polttoaineiden jaottelun pääsääntöisesti yhdestä tietolähteestä. Huomasin tutkielmaa tehdessäni, että eri tietolähteiden sähköntuotantotilastojen välillä on suuria eroavaisuuksia. Uudemman sähköntuotantodatan lisäksi olisin ehkä voinut huomioida uusiutuvan energian käytön lisääntymisen tutkielmassani hieman paremmin. Toki oletukseni oli, että fossiilisten polttoaineiden käyttö on tulevaisuudessa enää 50 prosenttia sähköntuotannon kokonaismäärästä nykyisen 53 prosentin sijaan. Lisäksi oletin, että tulevaisuudessa sähköntuotannon kokonaismäärästä tulee olemaan uusiutuvaa energiaa suurempi prosentuaalinen osuus kuin nykyään. Silti uusiutuvan energian fossiilisia polttoaineita korvaavasta vaikutuksesta olisin voinut tehdä esimerkiksi vastaavanlaisen tarkastelun kuin tein energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävästä vaikutuksesta. ENTSO-E:n (2012) tilaston sekapolttoaineen ja Eurelectricin (2007) tilaston johdetun kaasun ominaispäästökertoimille olisin myös voinut määrittää erilaisia ominaispäästökertoimia ja katsoa herkkyyštarkastelun avulla, kuinka erilaiset ominaispäästökertoimet vaikuttavat sähköntuotannon kokonaispäästöihin. Tässä tutkielmassa päädyin jakamaan kyseisten polttoaineiden osuudet tasaisesti muihin fossiilisten polttoaineiden luokkiin.

Tutkimusta voisi laajentaa edellä esittämäni epäkohdat paremmin huomioiden päästöoikeusyksiköiden tulevaisuuden hintakehityksen arvioimiseen määrittelemällä päästöoikeusyksikön kysyntäfunktion kulku ja tarkastelemalla päästöoikeusyksiköiden kysyntä- ja tarjontafunktion leikkauspisteiden kautta päästöoikeusyksikön hintakehitystä erilaisilla tulevaisuuden talouskasvuskennarioilla. Päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoa voisi myös jatkotutkimuksella tarkastella erilaisilla EU:n

päästövähennystavoitteilla esimerkiksi 25 ja 30 prosentin päästövähennystavoitteilla tai kiristämällä EU:n päästökiintiötä 1,74 prosentin lineaarisesta vähenemästä kolmannella päästöoikeuskaupakaudella 2,25 prosenttiin ja katsoa, kuinka päästövähennysvelvoitteen kiristäminen vaikuttaisi päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämään. Niin kuin jo mainitsin, uusiutuvan energian fossiilisia polttoaineita korvaavasta vaikutuksesta ja uusiutuvan energian lisäämisen erilaisista tulevaisuuden skenaarioista voisi tehdä samanlaisen herkkyystarkastelun päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämään kuin tein energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävälle vaikutukselle.

Tämän tutkimuksen mukaan EU:n toinen ja kolmas päästöoikeuskaupaus ovat arvioideni mukaan hyvin ylijäämäiset eli päästöoikeusyksiköitä on tarjolla runsaasti päästöoikeusyksiköiden tarpeeseen verrattuna. Kun allokoitujen päästöoikeusyksiköiden lisäksi päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan hankeyksiköiden käyttö, arvioideni mukaan toinen päästöoikeuskaupaus on kumulatiivisesti 1187,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupaus on kumulatiivisesti 1774,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupaus on kumulatiivisesti 2047,8 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Kun päästöoikeusyksiköiden tarjonnassa huomioidaan hankeyksiköiden käyttö ja poliittisia muuttujia, vastaavat arvioni ovat: toinen päästöoikeuskaupaus kumulatiivisesti 1607,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä, odotetun skenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupaus kumulatiivisesti 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja taantumaskenaarion mukainen kolmas päästöoikeuskaupaus kumulatiivisesti 2957,9 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Kolmannen päästöoikeuskaupauskauden ylijäämä voi myös kasvaa esittämistäni arvioista, jos esimerkiksi energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus vähentää päästöjä EU:n päästöoikeuskaupasektorilta enemmän kuin arvioimani keskiarvoinen päästövähennys. Odotukset tulevasta talouden, sähköntuotannon, fossiilisten polttoaineiden käytön ja teollisuuden kasvusta vaikuttavat kokonaispäästöjen kautta päästöoikeusyksiköiden tarpeeseen ja päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämään. Kun talouskasvu on nopeaa, päästöoikeusyksiköitä tarvitaan enemmän kuin hitaan talouskasvun aikana. Fossiilisten polttoaineiden käyttö vaikuttaa päästöoikeusyksiköiden tulevaisuuden tarpeeseen. Jos

hankeyksiköiden käyttöä ja poliittisia muuttujia ei oteta mukaan tarkasteluun, EU:n päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämästä saa hyvin erilaisen kuvan. Poliittiset muuttajat vaikuttavat päästöoikeuskauppariikkinan tutkimuksessani ylijäämää lisäävästi. Tutkimustuloksista voidaan nähdä, että Euroopan komission suunnitteleman päästöoikeusyksiköiden mitätöinnin tulisi olla merkittävän kokoinen, jotta sillä olisi halutunlainen vaikutus päästöoikeuskauppariikkinan.

Vertailen seuraavasti lyhyesti tutkimustuloksiani muiden asiantuntijatahojen arvioihin toisen ja kolmannen päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämäisyydestä. Euroopan komission arvion mukaan vuosien 2008–2020 kumuloitua ylijäämä olisi 2400 miljoonaa päästöoikeusyksikköä (Thomson Reuters Point Carbon 2012n, 1-2). Barclays Capital (2012d, 28–30) ennakoii, että toinen päästöoikeuskauppariikkinan olisi ilman hankeyksiköiden käyttöä ylijäämäinen 776 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja 1721 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen hankeyksiköiden kanssa. Orbeo (2012a, 2-3) arvioi, että toisen päästöoikeuskauppariikkinan olisi ilman hankeyksiköiden käyttöä 663 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen ja hankeyksiköiden huomioinnilla 1495 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Nenan (2012, 7) vastaavat ennusteet toiselle päästöoikeuskauppariikkinan ilman hankeyksiköitä ja hankeyksiköiden kanssa ovat 733 miljoonaa ja 1820 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäiset. Deutsche Bank (2012a, 10–11) puolestaan arvioi, että vuosien 2008–2020 tasapaino olisi ilman hankeyksiköiden huomiointia alijäämäinen -681 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ja hankeyksiköiden huomioinnilla 1264 miljoonaa päästöoikeusyksikköä ylijäämäinen. Orbeo (2012a, 2-3) arvioi, että vuodet 2008–2020 olisivat kumuloituvasti alijäämäiset -47 miljoonalla päästöoikeusyksiköllä, kun hankeyksiköitä ei huomioida, ja ylijäämäiset 1703 miljoonalla päästöoikeusyksikköä, kun hankeyksiköt huomioidaan. Omat tulokseni ovat suhteellisen hyvin linjassa muiden tahojen arvioiden kanssa. Varsinkin Euroopan komission 2400 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämäarvio on lähellä odotetun skenaarion mukaista 2684,9 miljoonaa päästöoikeusyksikön arviotani päästöoikeuskauppariikkinan kumuloituvasta ylijäämästä. Niin kuin omista tutkimustuloksistani myös huomasi, päästöoikeusyksiköiden markkinatarjontaan mukaan otettavilla muuttujilla on huomattava merkitys päästöoikeuskauppariikkinan ylijäämäisyyden arvioinnin kannalta.

Energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotuksen päästöjä vähentävä vaikutus syventää päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämää.

Euroopan komissio on suunnitellut erilaisia toimenpiteitä päästöoikeusyksikön hinnan nostamiseksi ja uusiutuvan energian investointien houkuttelevuuden kasvattamiseksi. Euroopan komissio ei osannut ottaa toisen ja kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästökiintiöitä suunnitellessaan huomioon nykyisen kaltaista EU:n taluskriisiä. EU:n päästöoikeuskauppa on harvoja markkinoita, joilla tarjonta on ennalta määrätty ja ainoastaan kysyntä voi joustaa talouden suhdanteiden mukaisesti. Voidaan miettiä, mitä ylijäämäisen päästöoikeuskauppamarkkinan kanssa tulisi tehdä. Olisiko hyvä ratkaisu, että Euroopan komissio puuttuisi ylijäämäongelmaan manipuloimalla päästöoikeusyksiköiden tarjontaa vetämällä pois markkinoilta esimerkiksi 1,4 miljardia tai 700 miljoonaa päästöoikeusyksikköä väliaikaisesti tai lopullisesti. Huutokauppa-asetuksen 1031/2010 muuttamisen kautta päästöoikeusyksiköiden laskemista päästöoikeuskauppamarkkinoille voitaisiin lykätä suhteellisen helposti. Tämä kuitenkin tarkoittaisi, että päästöoikeusyksiköiden vetäminen pois päästöoikeuskauppamarkkinoilta olisi mahdollisesti vain väliaikaista ja päästöoikeusyksiköt tulisivat päästöoikeuskauppamarkkinoille jossain vaiheessa kolmatta päästöoikeuskauppakautta. Väliaikainen set aside -päätös ei toisi ratkaisua päästöoikeusyksiköiden ylijäämään. Jos Euroopan komissio haluaa muuttaa investointikäyttäytymistä ja vaikuttaa päästöoikeusyksikön hintaan pidemmällä aikavälillä, väliaikaisen set aside -ratkaisun sijaan päästöoikeusyksiköt tulisi vetää lopullisesti pois kolmannelta päästöoikeuskauppakaudelta. Lopullisen set aside -päätöksen tulisi olla riittävän suuri, jotta sillä olisi toivotunlainen vaikutus päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämään. Huonona puolena set aside -päätöksessä on, että se sekoittaa ainakin tutkielmassa käyttämälläni neljän vuoden tasavähennyksenä tehtynä vuosikohtaisia päästöoikeusyksiköiden tarpeen ja tarjonnan tasapainoja. Ei voi olla päästöoikeuskauppamarkkinan ennustettavuuden kannalta hyvä, jos vuosikohtaisesti tasapaino heittelee ylijäämäisestä alijäämäiseen. Tämä vaikuttaa suoraan myös päästöoikeusyksiköiden kysynnän ja tarjonnan markkinatasapainosta määräytyvään päästöoikeusyksikön hintaan. Markkinatoimijoiden ja esimerkiksi pitkän aikavälin sähköntuotannon investointien kannalta ennakoitavuus ja pelisääntöjen sopiminen pitkälle

tulevaisuuteen ovat tärkeitä. Yllätykset vievät markkinatoimijoilta mahdollisuuden pitkän aikavälin toimintansa optimointiin.

Päästöoikeuskaupamarkkinoiden tehokkuus perustuu ajatukseen, että päästöoikeusyksikön hinta määräytyy vapaasti markkinoilla. Jos Euroopan komissio puuttuu nyt liian alhaisen hinnan takia päästöoikeuskaupamarkkinoiden toimintaan, puuttuuko komissio vastaisuudessakin päästöoikeuskaupamarkkinoihin, kun päästöoikeusyksikön hinta on liian korkea tai alhainen. Voidaan kysyä, toisiko päästöoikeuskaupamarkkinoille puuttuminen markkinatoimijoille haluttua pitkän aikavälin varmuutta tulevaisuudesta. Rahoitusmarkkinoiden kannalta ajateltuna ei varmasti olisi hyvä pitkällä aikavälillä, että laskukaudella päästöoikeusyksikön hintaa nostettaisiin, mikä entisestään vähentäisi talouden kehitystä ja nousukaudella päästöoikeuden hintaa laskettaisiin, mikä entisestään kiihdyttäisi talouden kehitystä. Kun kolmas päästöoikeuskaupakausi ei ole vielä alkanut ja kyseessä on varsin nuori markkina, miksi komissio ei toisaalta voisi korjata arviointivirhettään avokätisen päästöoikeusyksiköiden alkujaon suhteen. Voidaan miettiä, millä muilla keinoilla Euroopan komissio voisi saada päästöoikeuskaupamarkkinan ylijäämää pienemmäksi. Yksi esitetty vaihtoehto olisi EU:n päästövähennystavoitteen kiristäminen 20 prosentista esimerkiksi 25 tai 30 prosenttiin, mutta sekään ei ole kovin nopea tie kivihili-intensiivisen Puolan pistäessä kapuloita rattaisiin veto-oikeudellaan. Kolmannen päästöoikeuskaupakauden päästökiintiön muuttaminen vaatisi myös päästökauppadirektiivin 2009/29/EY avaamisen, joka voi olla monen vuoden prosessi. Muita esitettyjä vaihtoehtoja olisivat esimerkiksi minimihinnan määrittäminen huutokaupattaville päästöoikeusyksiköille (Thomson Reuters & Point Carbon 2012c, 1-2) ja keskuspankin perustaminen päästöoikeuskaupamarkkinoille (Deutsche Bank 2012a, 12–13).

Päästöoikeuskaupamarkkinan tulevaisuus näyttää melko ennalta arvaamattomalta. Paljon riippuu poliittisista päätöksistä, jotka voivat vaikuttaa päästöoikeuskaupamarkkinaan. Jos Euroopan komissio päättää lykätä aikaisia kolmannen päästöoikeuskaupakauden huutokauppoja ilmastokomissaari Connie Hedegaardin esityksen mukaisesti, uudistaa koko päästöoikeuskaupajärjestelmän energiakomissaari Günther Oettingerin esityksen

mukaisesti tai kiristää ilmastotavoitettaan 20 prosentista 30 prosenttiin, on päätöksillä vaikutuksensa päästöoikeuskauppamarkkinaa. Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä voi kasvaa päästöoikeuskauppamarkkinalla entisestään, jos EU:n taluskriisi syvenee edelleen Kreikan ja Espanjan ahdinon tarttuessa koko Euroopan osakemarkkinoihin ja euron valuuttakurssiin. Euroalueen pysymiseen yhtenäisenä sisältyy huomattavaa epävarmuutta. Toinen riski päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämäisyyden kannalta on kansainvälisen lentoliikenteen mahdollinen jääminen pois EU:n päästöoikeuskaupasta. Useat kansainväliset lentoyhtiöt ovat kieltäytyneet osallistumasta EU:n päästöoikeuskauppaan. Muun muassa Kiina ja Intia ovat virallisesti kieltäneet lentoyhtiöitään osallistumasta EU:n päästöoikeuskauppaan ilman lupaa. 25 maan edustajat sopivat helmikuussa 2012 Moskovassa pidetyssä tapaamisessa kostotoimista EU:n asettamaa päästöoikeuskauppaa vastaan. Vaikka lentoliikenteellä on omat lentoliikenteen päästöoikeusyksikkönsä, päästöoikeusyksiköiden kysyntä voi laskea huomattavasti, jos kansainvälinen lentoliikenne jää EU:n päästöoikeuskaupan ulkopuolelle. Tämä kasvattaisi entisestään päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämää ja laskisi päästöoikeusyksikön hintaa. EU ei ole suostunut siihen, että kansainväliset lentoyhtiöt saisivat vapautuksen EU:n päästöoikeuskaupasta. Ilmassa muhii maailman ensimmäisen päästöoikeuskauppasodan ainekset, sillä kansainvälisten lentoyhtiöiden mielestä EU ylittää valtuutensa ja rikkoo kansainvälistä ilmailulainsäädäntöä pakottaessaan kansainväliset lentoyhtiöt mukaan päästöoikeuskauppaan. Kolmas riski EU:n päästöoikeuskaupan ylijäämäisyyden kannalta on uusiutuvan energian kansallisten tukijärjestelmien viidakon kautta noussut uusiutuvan energian tuotanto EU:ssa sekä energiatehokkuusdirektiivin päästöjä vähentävä vaikutus. Ilmaston kannalta nämä riskit ovat tietenkin positiivisia, mutta riskin päästöoikeuskauppajärjestelmälle niistä tekee poliittisen ohjauksen päällekkäisyys. Olisi mielestäni järkevää yhdistää EU:n 20-20-20-tavoitteet toisiinsa ja valjastaa päästöoikeuskauppa, energiatehokkuus ja uusiutuva energia toteuttamaan päästövähennyksiä yhtenäisen järjestelmän alla, jotta päällekkäiseltä taloudelliselta ohjaukselta vältytään. Kaikkien tavoitteiden päämäärä on kuitenkin sama eli vähentää päästöjä haluttu määrä. Neljännen riskin päästöoikeuskaupan ylijäämälle muodostaa itäeurooppalaisten jäsenmaiden toisen päästöoikeuskauppakauden päästokiintiötä

koskevien valitusten mahdollinen läpimeno. Kiintiövalituksissa on potentiaalia lisätä päästöoikeusyksiköiden tarjontaa huomattavastikin. Viides riski päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämälle on hankeyksiköiden käytön mahdollisuudet. Jos Euroopan komissio jostain syystä kasvattaisi sallittua hankeyksiköiden käyttökiintiötä, päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämä kasvaisi. Nykyisestä hankeyksiköiden käyttökiintiöstä tullaan arvioni mukaan käyttämään jo toisella päästöoikeuskaupakaudella noin 65 prosenttia eli kolmannelle päästöoikeuskaupakaudelle ei jää paljoa käytettävää. Kuudes riski, joka liittyy EU:n päästöoikeuskauppaan yleisellä tasolla, on hiilivuoto eli energiaintensiivisen teollisuuden siirtyminen löyhemmän ympäristölainsäädännön piiriin ja eurooppalaisten yritysten kilpailukyvyyn heikkeneminen suhteessa kansainvälisiin kilpailijoihin. Hiilivuotoon ja kilpailukykyyn liittyvä riski voitaisiin ratkaista, jos kaikki maat saataisiin mukaan kansainväliseen päästöoikeuskauppaan tai jonkin muun ympäristöohjauksen piiriin. Alueelliset päästöoikeuskauppajärjestelmät linkittävään kansainväliseen päästöoikeuskauppaan on kuitenkin vielä pitkä matka. Jos asiat menisivät YK:n tulevissa ilmastoneuvotteluissa hyvin, kansainvälisestä päästöoikeuskaupasta voitaisiin puhua aikaisintaan alkavaksi vuonna 2020. Kuten olen tutkielmassani osoittanut, EU:n päästöoikeuskauppamarkkina on ennen kaikkea poliittinen markkina, jonka tulevaisuuden näkymiin ja päästöoikeuskauppamarkkinan ylijäämään liittyy paljon muuttujia ja riskejä. Poliittisilla päätöksillä on suuri merkitys päästöoikeuskauppamarkkinan toimintaan.

Lähteet

Aatola P., Ollikainen M. & Ollikka K. 2008a. Euroopan unionin päästöoikeusmarkkinat – Kioto-kaudesta Post-Kiotoon. PTT-katsaus 4/2008: 26–34.

Aatola P., Ollikainen M. & Ollikka K. 2008b. Kolme vuotta EU:n päästökauppaa: kokemuksia ja luotausta tulevaan. Kansantaloudellinen aikakauskirja. 104. vuosikirja. 1/2008: 81–95.

Aatola P., Ollikka K. & Ollikainen M. 2012. Information Efficiency of the EU ETS market – a study of price predictability and profitable trading. VATT Working Papers. No 28. 28.3.2012.

Ahonen H-M. 2006a. Kioton pöytäkirjan joustomekanismien kehitysnäkymiä - Puhtaan kehityksen mekanismi, yhteistoteutus ja kansainvälinen päästökauppa vuoden 2012 jälkeisessä ilmastopolitiikassa. Suomen energiateknologian kysyntä ja kansainväliset liiketoimintamahdollisuudet ilmastopolitiikan kehittyessä (SETELI). Tekes.

Ahonen H-M. 2006b. Kioton hankemekanismit ja jätehuoltosektori – tietopaketti yrityksille. Uudet jätteenkäsittelykonseptit kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä ja niiden kehittäminen liiketoiminnaksi keskipitkällä aikavälillä (UJKON). Suomen ympäristö 20. Suomen Ympäristökeskus (SYKE).

Barclays Capital. 2012a. Unintended consequences. Commodities Research. Weekly European Energy Matters. 5.3.2012. 1-15.

Barclays Capital. 2012b. Too much, too young. Commodities Research. Monthly carbon standard. 10.1.2012. 1-37.

Barclays Capital. 2012c. Use of offsets for 2011 emissions. Carbon flash: Compliance data release. Commodities Research. 2.5.2012. 1-2.

Barclays Capital. 2012d. Setting aside reason. Quarterly carbon standard. Commodities Research. 26.3.2012. 1-48.

Baumol W.J. & Oates W.E. 1988. The theory of environmental policy. Second edition. Cambridge University Press. United Kingdom.

Benz A. & Trück S. 2009. Modeling the price dynamics of CO_2 emission allowances. Energy Economics 31: 4-15.

Buckley N.J., Mestelman S. & Muller A. 2005. Baseline-and-Credit Emission Permit Trading: Experimental Evidence Under Variable Output Capacity. McMaster University. Ontario, Canada. Draft. 1-30.

Carbon Market Data (2011):

<http://www.carbonmarketdata.com/>, viitattu 25.5.2011.

CDC Climat Research. 2010. Tendances Carbone. The Monthly Bulletin on the European Carbon Market. Double uncertainty on the CER market. No.51. October 2010.

Chiang A.C. & Wainwright K. 1984. Fundamental Methods of Mathematical Economics. Third edition. McGraw-Hill, Inc.

Community Independent Transaction Log (CITL) (2012):

<http://ec.europa.eu/environment/ets/>, viitattu 26.4.2012.

Convery F. 2009. Origins and development of the EU ETS. Environmental and Resource Economics (43): 391-412.

Council of the European Union. 2012. 3152nd Council meeting. Environment. Press release. Provisional version. 7478/12. Brussels 9.3.2012. 1-18.

Crocker T.D. 1966. "The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems", teoksessa Wolozin H. (ed.): The Economics of Air Pollution. W.W. Norton & Co. New York: 61-86.

Dales J.H. 1968. Land, water and ownership. Canadian Journal of Economics 1 (4): 791-804.

Deutsche Bank. 2011a. EU Emissions: Free allocation to generators over Phase 3. Global Markets Research. Commodities Special. 9.9.2011. 1-6.

Deutsche Bank. 2011b. EU Emissions: The ECJ Comes into Play. Global Markets Research. Commodities Special. 29.9.2011. 1-5.

Deutsche Bank. 2012a. EU Energy: ETS Reform Should Not Be Set Aside. Global Markets Research. Special Report. 12.4.2012. 1-30.

Deutsche Bank. 2012b. EU Carbon Markets: Q2: Moment of Truth for a Set-Aside. Global Markets Research. Commodities Special. 27.3.2012. 1-7.

Deutsche Bank. 2012c. 2011 ETS Compliance: Big Jump in Offset Use. Carbon Emissions. Breaking News. Global Markets Research. 2.5.2012. 1.

Edwards-Jones G., Davies B. & Hussain S. 2000. Ecological Economics –An Introduction. Blackwell Science, Ltd.

Egenhofer C., Alessi M., Georgiev A. & Fujiwara N. 2011. The EU Emissions Trading System and Climate Policy towards 2050 – Real incentives to reduce emissions and drive innovation? Centre for European Policy Studies. CEPS Special Report: i-29. Brussels.

Ellerman A.D., Convery F.J. & de Perthus C. 2010. Pricing carbon: The European Union Emission Trading Scheme. Cambridge University Press. United Kingdom.

Energiamarkkinavirasto:

<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?gid=172&pgid=172&languageid=246>, viitattu 27.1.2011.

<http://www.emvi.fi/data.asp?articleid=2829&pgid=265>, viitattu 19.4.2012.

Energiateollisuus ry:

<http://www.energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys/sahkon-ja-lammon-yhteistuotanto>, viitattu 3.5.2012. 2012a.

<http://www.energia.fi/tilastot-ja-julkaisut>, viitattu 3.5.2012. 2012b.

Euroopan komissio:

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm, viitattu 27.1.2011. 2011a.

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/registries_en.htm, viitattu 27.1.2011. 2011b.

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap_en.htm, viitattu 10.3.2011. 2011c.

http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2011120501_en.htm, viitattu 11.5.2011. 2011d.

http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2011071301_en.htm, viitattu 25.5.2011. 2011e.

http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2011113001_en.htm, viitattu 19.4.2012. 2012a.

http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/mix/mix_mt_en.pdf, viitattu 29.4.2012. 2012b.

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/registries/documentation_en.htm, viitattu 4.5.2012. 2012c.

Euroopan komissio. 2010. European Commission regulation (EU) N:o 1031/2010. On the timing, administration and other aspects of auctioning of greenhouse gas emission allowances pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and the Council establishing a scheme for greenhouse gas emission allowances trading within the Community. Official Journal of the European Union: L302: 1-41. 18.11.2010.

Euroopan komissio. 2011f. European Commission Staff Working Paper. 2011. Impact Assessment: Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. SEC (2011) 779 final. Brussels 22.6.2011. 1-77.

Euroopan komissio. 2011g. Euroopan komission yksiköiden valmisteluasiakirja. 2011. Tiivistelmä vaikutusten arvioinnista: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiatehokkuudesta sekä direktiivien 2004/8/EY ja 2006/32/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. SEK(2011) 780 lopullinen. Bryssel 22.6.2011. 1-6.

Euroopan komission asetus (EU) N:o 1193/2011. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2003/87/EY ja Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksen 280/2004/EY mukaisen unionin rekisterin perustamisesta 1. päivänä tammikuuta 2013 alkavaa unionin päästökauppajärjestelmän päästökauppakautta ja sitä seuraavia päästökauppakausia varten sekä komission asetusten (EY) N:o 2216/2004 ja (EU) N:o 920/2010 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti: L315: 1-54. 29.11.2011.

Euroopan komission päätös 2010/2/EU. Luettelon laatimisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2003/87/EY nojalla niistä toimialoista ja toimialojen osista, joiden katsotaan olevan alttiita merkittävälle hiilivuodon riskille. Euroopan unionin virallinen lehti: L1: 10–18. 5.1.2010.

Euroopan komission päätös 2010/634/EU. EU:n päästökauppajärjestelmässä koko unionille vuotta 2013 varten myönnettävien päästöoikeuksien määrän mukauttamisesta ja komission päätös 2010/384/EU kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti: L279: 34–35. 23.10.2010.

Euroopan komission päätös 2011/278/EY. 2011. Päästöoikeuksien yhdenmukaistettua maksutta tapahtuvaa jakoa koskevien unionin laajuisten siirtymäsäännösten vahvistamisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2003/87/EY 10 a artiklan mukaisesti. Euroopan unionin virallinen lehti: L130: 1–45. 17.5.2011.

Euroopan komission tiedonanto Euroopan parlamentille ja neuvostolle. 2010a. EU:n päästökauppajärjestelmän markkinavalvonnan vahvistaminen. KOM(2010) 796 lopullinen. Bryssel 21.12.2010.

Euroopan komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle. 2010b. Vaihtoehdot kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi yli 20 prosentin tavoitteen ja hiilivuodon riskin arviointi. KOM(2010) 265 lopullinen. Bryssel 26.5.2010.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/87/EY. Kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmän toteuttamisesta yhteisössä ja neuvoston direktiivin 96/61/EY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti: L275: 32–46. 25.10.2003.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/101/EY. Kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmän toteuttamisesta yhteisössä annetun direktiivin 2003/87/EY muuttamisesta Kioton pöytäkirjan hankemekanismin osalta. Euroopan unionin virallinen lehti: L338: 18–23. 13.11.2004.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/101/EY. Direktiivin 2003/87/EY muuttamisesta ilmailutoiminnan sisällyttämiseksi yhteisön kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmään. Euroopan unionin virallinen lehti: L8: 3-21. 13.1.2009.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY. Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämistä sekä direktiivien 2001/77/EY ja 2003/30/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti: L140: 16–62. 5.6.2009.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/29/EY. Direktiivin 2003/87/EY muuttamisesta kasvihuonekaasujen päästöoikeuskauppaa koskevan yhteisön järjestelmän parantamiseksi ja laajentamiseksi. Euroopan unionin virallinen lehti: L140: 63–86. 5.6.2009.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviehdotus. Energiatohokkuudesta ja direktiivien 2004/8/EY ja 2006/32/EY kumoamisesta. KOM (2011) 370 lopullinen. 2011/072 (COD). Bryssel 22.6.2011. Saatavilla osoitteessa:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0370:FIN:FI:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 406/2009/EY. Jäsenvaltioiden pyrkimyksistä vähentää kasvihuonekaasupäästöjään yhteisön kasvihuonekaasupäästöjen vähentämissitoumuksen täyttämiseksi vuoteen 2020 mennessä. Euroopan unionin virallinen lehti: L140: 136–148.

Euroopan parlamentti:

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONGML%2bIM-PRESS%2b20111220IPR34698%2b0%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fEN>, viitattu 16.4.2012. 2012a.

<http://www.europarl.europa.eu/news/en/pressroom/content/20120315IPR40876/html/Parliament-calls-for-low-carbon-economy-by-2050>, viitattu 7.5.2012. 2012b.

Euroopan talous- ja sosiaalikomitea (ETSK). 2009. Euroopan talous- ja sosiaalikomitean lausunto aiheesta ”Ehdotus: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2003/87/EY muuttamisesta kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kauppaa koskevan yhteisön järjestelmän parantamiseksi ja laajentamiseksi”. Euroopan unionin virallinen lehti: C27. 2009/C 27/15. 3.2.2009.

European Environment Agency (EEA). 2008. Application of the Emissions Trading Directive by EU Member States –reporting year 2008. EEA Technical report. No 13/2008.

European Environment Agency (EEA). European Union Emissions Trading System data from CITL (2012):

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-union-emissions-trading-scheme-eu-ets-data-from-citl-4>, viitattu 19.4.2012.

European Investment Bank (2012):

<http://www.eib.org/about/news/ner-300.htm>, viitattu 19.4.2012.

European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) (2012):

<https://www.entsoe.eu/resources/data-portal/production/>, viitattu 25.4.2011.

Eurostat (2012):

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database, viitattu 25.4.2012.

Flyktman M. ja Helynen S. 2004. Hyötysuhteiden määrittäminen päästökaupan alkujakoa varten. VTT Prosessit. Tutkimusselostus PRO2/6095/03. 10.03.2004.

Hahn R. 1984. Market power and transferable property rights. *The Quarterly Journal of Economics* 99 (4): 753-765.

Hanley N., Shogren J. & White B. 2007. *Environmental economics: in theory and practice*. Second edition. Palgrave Macmillan. 1-459.

Helsingin Sanomat. (2010). Cancúnin päätös luo pohjaa ilmastopimukselle.

<http://www.hs.fi/tulosta/1135262306929>, viitattu 11.12.2010.

Helsingin Sanomat. (2011). Krakkerit varastivat 28 miljoonan euron edestä päästöoikeuksia.

<http://www.hs.fi/ulkomaat/artikkeli/Krakkerit+varastivat+28+miljoonan+euron+edest%C3%A4+p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6oikeuksia/1135263191826>, viitattu 20.1.2011.

Holm P. 2008. Päästökaupan vaikutukset Suomen ja Euroopan teollisuuden kilpailukyvyille. Pellervon taloudellinen tutkimuskeskus PTT. PTT-katsaus 4/2008: 19–25.

International Energy Agency (IEA). 2010a. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion – Highlights*. IEA Statistics. 1-121.

International Energy Agency (IEA). Christina Hood. 2010b. *Reviewing existing and proposed emissions trading systems*. Information paper. France.

International Energy Agency (IEA). 2010c. *World Energy Outlook 2010*. 1-731.

Kahn. J.R. 2005. The economic approach to environmental and natural resources. Third edition. South-Western. Thomson Corporation. Ohio.

Kolstad. C.D. 2011. Environmental economics. Second Edition. Oxford University Press, Inc. New York.

Laurikka H. & Koljonen T. 2006. Emissions trading and investment decisions in the power sector – a case study in Finland. Energy Policy (34): 1063–1074.

Marjosola H. 2008. Säänneltyä joustavuutta: hankemekanismit kansainvälisessä ilmastopolitiikassa. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA). Keskusteluaiheita. No. 1139.

Missiolek W. & Elder H. 1989. Exclusionary manipulation of markets for pollution rights. Journal of Environmental Economics and Management 16 (2): 156-166.

Montel (2012):

<http://www.montel.no/>, viitattu 10.4.2012.

Montgomery D. 1972. Markets in licenses and efficient pollution control programs. Journal of Economic Theory 5: 395-418.

Nena. 2012. Carbon Weekly Update. 16.5.2012. 1-10.

Neuhoff K. & Vasa A. 2010. The role of CDM post-2012. Background paper for workshop: Carbon Pricing and Investment Response. Version 1.4.2010. 1-19.

Nordel (2012). Annual statistics 2005-2007:

<https://www.entsoe.eu/resources/publications/former-associations/nordel/annual-statistics/>, viitattu 25.4.2012.

Nordpool (2012):

<http://www.nordpoolspot.com/>, viitattu 20.4.2011.

Nykänen J. Roglieri M. Voogt M. 2006. Velvoitepohjaiset päästökauppajärjestelmät. Teoksessa Päästökauppa ja ympäristöhyödykkeiden markkinat. Edita Prima Oy. Helsinki. 51-75.

Office of Statistics. 2011. Liechtenstein in Figures 2011. 1-48. Principality of Liechtenstein. Saatavilla osoitteessa: http://www.llv.li/pdf-llv-as-liechtenstein_in_figures_2011

Orbeo. Hemery C. 2012a. Carbon & Energy Markets – Facts & Thoughts. 4.4.2012. 1-13.

Orbeo. Hemery C. 2012b. Carbon & Energy Markets – Facts & Thoughts. 13.3.2012. 1-13.

Orbeo. Hemery C. 2012c. EUA at €15 /t in 2020, €12,6 /t on average over Phase 3. Carbon & Energy Markets – Carbon Insight. 17.1.2012. 1-20.

Perman R., Ma Y., McGilvray J. & Common M. 2003. Natural Resource and Environmental Economics. Third edition. Pearson Education Limited. United Kingdom.

Pindyck R.S. & Rubinfeld D.L. 2005. Microeconomics. Sixth edition. Pearson Education, Inc. New Jersey.

Point Carbon. 2010. Workshop presentation material. Carbon Market Insights 2.-4.3.2010.

Pellervon taloustutkimus (PTT). 2012. Suhdanne-ennuste 1/2012.

Sovacool B. 2011. The policy challenges of tradable credits: A critical review of eight markets. Energy Policy (39): 575-585.

Suomen valtio. Päästökauppalaki 311/2011. Suomen säädöskokoelma. 13.4.2011.

Taloussanomat. (2012). Saksan ydinvoimapäätös voi karkottaa teollisuutta Euroopasta.

<http://www.taloussanomat.fi/energia/2011/06/03/saksan-ydinvoimapaatos-voi-karkottaa-teollisuutta-euroopasta/20117884/12>, viitattu 2.4.2012.

Tilastokeskus (2011):

http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html, viitattu 18.2.2011.

The Union of the Electricity Industry (EURELECTRIC). 2005. Statistics and Prospects for the European Electricity Sector (1980-1990, 2000-2020). 33rd Edition. EURPROG 2005. October 2005. 1-318.

The Union of the Electricity Industry (EURELECTRIC). 2007. Statistics and Prospects for the European Electricity Sector (1980-2000, 2004, 2005, 2010-2030). 35th Edition. EURPROG 2007. December 2007. 1-221.

The Union of the Electricity Industry (EURELECTRIC). 2009. Statistics and Prospects for the European Electricity Sector. 37th Edition. EURPROG 2009. A EURELECTRIC statistics report. October 2009. 1-182.

The University of New South Wales (UNSW). Centre for Energy and Environmental Markets (CEEM). Iain MacGill. 2005. Introduction to ETS Baseline and Credit schemes. Presentation. Available online:
<http://www.ceem.unsw.edu.au/content/documents/cleancoaletsworkshopETSintroBCschemesfnl.pdf>

Thomson Reuters. 2012b. German nuclear cull to add 40 million tones CO2 per year.

<http://www.reuters.com/article/2011/05/31/us-german-nuclear-carbon-idUSTRE74U2Y220110531>, viitattu 9.4.2012.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2011a. *CO₂* Introductory Course. London. On 30th November 2011. Course Material. 1-85.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2011b. . *CO₂* Advanced Course. London. On 1st December 2011. Course Material. 1-78.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2011c. U.N. talks could fail if big emitters don't sign roadmap: EU. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 07. Issue 244. 9.12.2011. 1-5.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012a. Global *CO₂* market up 4 pct to 96 bln euros in 2011. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 6. 10.1.2012. 1-5.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012b. EU divide forces Denmark to delay set-aside debate. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 57. 20.3.2012. 1-4.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012c. No quick fix for setting minimum *CO₂* price: EC. Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 09. Issue 62. 27.3.2012. 1-5.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012d. EU ETS emissions down 2.4 pct in 2011: preliminary data. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 66. 2.4.2012. 1-6.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012e. Cyprus to open further talks on *CO₂* set-aside. Carbon Market Europe. A Thomson Reuters Point Carbon News publication. Volume 11. Issue 12. 30.3.2012. 1-7.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012f. Croatia's biggest emitters to join EU ETS in Jan 2013. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 17. 25.1.2012. 1-4.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012h. Poland to sell 14,7 mln EUAs in Q4. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 09. Issue 83. 30.4.2012. 1-4.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012i. What now for the set-aside? Carbon Market Europe. A Thomson Reuters Point Carbon News publication. Volume 11. Issue 10. 16.3.2012. 1-8.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012j. Austria to double Kyoto permit purchases: draft. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 40. 24.2.2012. 1-5.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012k. EU firms use 254,6 mln U.N. CO_2 offsets to meet 2011 cap. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 09. Issue 85. 2.5.2012. 1-6.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012l. EU scraps private CO2 market briefing after angering traders. Carbon Market Europe. A Thomson Reuters Point Carbon News publication. Volume 11. Issue 15. 27.4.2012. 1-8.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012m. EU eyes delay to CO2 permit sales to support price. Carbon Market Europe. A Thomson Reuters Point Carbon News publication. Volume 11. Issue 14. 20.4.2012. 1-9.

Thomson Reuters. Point Carbon. 2012n. EU draft reveals vast CO2 market surplus. Carbon Market Daily. A Point Carbon News publication. Volume 08. Issue 14. 20.1.2012. 1-5.

Tietenberg T.H. 2006. Emissions Trading: Principles and Practice. Second Edition. Resources for the future. Washigton, DC. USA.

Trotignon R. & Delbosc A. 2008. Allowance Trading Patterns During the EU ETS Trial Period: What Does the CITL Reveal. The Mission Climat of Caisse des Dépôts. Climate Report. Issue No 13. 1-35.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2012):

<http://www.tem.fi/index.phtml?s=4822>, viitattu 21.4.2012.

UNFCCC. 1997. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/CP/L.7/Add1. Kyoto. 10.12.1997.

United Nations (UN). 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/INFORMAL/84. 1-24.

United Nations (UN). 2012a. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its seventh session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Advance Version. FCCC/KP/CMP/2011/10/Add.1. 15.3.2012. 1-27.

United Nations (UN). 2012b. Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Advance Version. FCCC/CP/2011/9/Add.2. 15.3.2012. 1-63.

Valtiovarainministeriö (VM). 2012. Suhdanne-ennuste 1/2012.

Weitzman M.L. 1974. Prices vs. Quantities. *Review of Economic Studies* (41): 477-491.

World Bank. 2010. State and trends of the carbon market 2010. Carbon Finance at the World Bank. Environmental Department. Washington, DC.

Xepapadeas A. 1997. *Advanced Principles in Environmental Policy*. Edward Elgar Publishing, Inc.

Ympäristöministeriö. Rekola A. 2007. Kasvihuonekaasujen päästöt - EU:n sisäisen taakanjaon toteuttaminen vuosina 1997-2006. Muistio. 5.6.2007. 1-11.

Sähköpostikeskustelut ja suulliset tiedonannot

Erätuuli T. Helsingin Energia. Suullinen tiedonanto. 17.4.2012.

Grönfors K. Tilastokeskus. Sähköpostikeskustelu. 27.6.2011.

Hepola J. Energiamarkkinavirasto. Energiamarkkinaviraston päästökaupan keskustelupäivän esitys. 14.3.2012.

Ilme J. Energiamarkkinavirasto. Energiamarkkinaviraston päästökaupan keskustelupäivän esitys. 14.3.2012.

Janka P. Työ- ja elinkeinoministeriö. Puhelinkeskustelu. 17.4.2012.

Leskelä J. Energiateollisuus ry. Energiateollisuuden ilmasto- ja päästökauppaseminaarin esitys. 15.3.2012.

Niinistö V. Ympäristöministeriö. Energiateollisuuden ilmasto- ja päästökauppaseminaarin esitys. 15.3.2012.

Ollikka K. VATT. YE6.1 Ilmasto- ja energiapolitiikka -kurssin luentomateriaali. 12.4.2012.

Ruokonen J. GreenStream Networks Plc. Energiamarkkinaviraston päästökaupan keskustelupäivän esitys. 14.3.2012.

Tirkkonen J. Työ- ja elinkeinoministeriö. Puhelin- ja sähköpostikeskustelu. 9.3.2012 ja 12.3.2012.

Tuominen T. Statkraft Energi AS. Energiateollisuuden ilmasto- ja päästökauppaseminaarin esitys. 15.3.2012.

Wasenius P. Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiamarkkinaviraston päästökaupan keskustelupäivän esitys. 14.3.2012.

Liitteet

Liite 1. EU:n päästöoikeuskaupan sektorikohtaiset päästöoikeusyksiköt vuosina 2005–2011

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1 Polttolaitokset	1468,4	1445,7	1510,1	1256,6	1266,4	1286,7	1289,2
2 Öljynjalostamot	159,4	158,6	164,4	154,2	154,3	158,8	157,1
3-5 Metalliteollisuus	200,0	199,5	211,4	229,4	229,4	230,0	230,5
6-8 Mineraaliteollisuus	230,8	230,0	246,1	256,0	259,5	260,2	259,8
9 Massa- ja paperiteollisuus	37,4	37,5	38,1	39,0	39,9	40,7	40,6
99 Opted-in (Artikla 24)	0,2	0,2	21,1	23,2	24,5	21,8	24,2
Päästöoikeusyksiköt teollisuus, MtCO₂ (2-99)	627,8	625,8	681,2	701,8	707,6	711,6	712,1
Päästöoikeusyksiköt kaikki alat, MtCO₂ (1-99)	2096,2	2071,6	2191,2	1958,5	1974,0	1998,3	2001,4

Liite 2. EU:n päästöoikeuskaupan sektorikohtaiset päästöt vuosina 2005–2011

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1 Polttolaitokset	1458,9	1470,3	1542,6	1510,0	1380,3	1413,2	1359,1
2 Öljynjalostamot	151,1	149,6	154,3	155,8	146,8	144,0	140,9
3-5 Metalliteollisuus	161,1	168,2	179,3	172,0	122,3	146,9	129,6
6-8 Mineraaliteollisuus	212,3	216,9	236,9	227,1	181,7	183,2	180,1
9 Massa- ja paperiteollisuus	30,2	30,3	29,6	32,0	28,3	30,4	28,5
99 Opted-in (Artikla 24)	0,2	0,1	21,0	23,0	20,1	20,7	20,7
Päästöt teollisuus, MtCO₂ (2-99)	554,9	565,2	621,1	609,8	499,2	525,3	499,8
Päästöt kaikki alat, MtCO₂ (1-99)	2013,9	2035,5	2163,7	2119,8	1879,5	1938,5	1858,9

Liite 3. EU:n päästöoikeuskaupan sektorikohtainen päästöoikeusyksiköiden ylijäämä vuosina 2005–2011

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1 Polttolaitokset	9,5	-24,5	-32,5	-253,3	-113,9	-126,5	-69,9
2 Öljynjalostamot	8,3	9,0	10,0	-1,6	7,5	14,8	16,2
3-5 Metalliteollisuus	38,9	31,3	32,2	57,4	107,1	83,1	100,9
6-8 Mineraaliteollisuus	18,5	13,1	9,2	28,9	77,8	77,0	79,7
9 Massa- ja paperiteollisuus	7,1	7,2	8,5	7,1	11,6	10,3	12,1
99 Opted-in (Artikla 24)	0,1	0,1	0,1	0,2	4,4	1,1	3,5
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä, teollisuus MtCO2 (2-99)	72,8	60,6	60,1	92,0	208,4	186,3	212,3
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä, kaikki alat MtCO2 (1-99)	82,4	36,1	27,6	-161,3	94,5	59,8	142,5

Liite 4. EU:n päästöoikeuskaupan sähköntuotannon rakenne vuosina 2005–2011

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3008,5	3048,2	3153,9	3335,2	3171,9	3292,4	3230,9
– Fossiilisten polttoaineilla, TWh	1661,1	1682,1	1770,6	1767,1	1644,2	1676,4	1638,4
– Ruskohiilellä, TWh	299,5	301,9	347,5	336,7	311,2	315,8	329,6
– Kivihiiilellä, TWh	595,1	615,8	612,9	619,3	580,3	594,2	575,4
– Maakaasulla, TWh	622,5	616,9	658,7	660,2	613,1	625,2	595,9
– Öljyllä, TWh	128,3	129,2	134,0	134,1	123,4	123,1	120,3
– Öljyliuskeella, TWh	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,5
– Turpeella, TWh	6,1	8,6	7,8	7,1	6,6	8,4	7,8

Liite 5. Arvio kolmannen päästöoikeuskaupunkauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetun skenaarion mukaisesti lopullisen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätöksen toteutuessa

Odotettu skenario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kaikki CO₂-päästöt yhteensä, MtCO₂	1863,6	1872,9	1882,2	1891,7	1901,1	1910,6	1920,2	1929,8
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂ *	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Set aside, MtCO ₂	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	2146,1	1826,7	1789,3	1751,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO ₂ **	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
Set aside, MtCO ₂	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	3113,8	1888,5	1851,0	1813,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	282,5	-46,2	-93,0	-139,8	-11,7	-58,6	-105,6	-152,7
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä		236,4	143,4	3,6	-8,1	-66,8	-172,4	-325,1
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1250,3	15,6	-31,2	-78,1	50,0	3,1	-43,9	-90,9
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä		1265,9	1234,6	1156,6	1206,6	1209,7	1165,9	1074,9

*Taulukon 5.3. mukainen allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrä. Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana.

**Taulukon 5.3. mukainen allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä. Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiategollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Liite 6. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppa- ja taantumaskenaarion mukaisesti lopullisen 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside - päätöksen toteutuessa

Taantumaskenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kaikki CO2-päästöt yhteensä, MtCO2	1863,6	1863,6	1858,9	1854,3	1854,3	1858,9	1868,2	1877,5
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO2*	2321,1	2001,7	1964,3	1926,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Set aside, MtCO2	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO2*	2146,1	1826,7	1789,3	1751,8	1889,4	1852,0	1814,5	1777,1
Allokoidut päästöoikeus- ja hankeyksiköt yhteensä, MtCO2**	3288,8	2063,5	2026,0	1988,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
Set aside, MtCO2	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO2**	3113,8	1888,5	1851,0	1813,6	1951,2	1913,7	1876,3	1838,9
YLIJÄÄMÄ ILMAN HANKEYKSIKÖITÄ SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	282,5	-36,8	-69,6	-102,4	35,2	-6,9	-53,6	-100,4
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä		245,7	176,1	73,6	108,8	101,9	48,2	-52,2
YLIJÄÄMÄ HANKEYKSIKÖIDEN KANSSA SET ASIDEN TAPAHTUESSA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1250,3	24,9	-7,9	-40,7	96,9	54,8	8,1	-38,7
Kauppakauden kumuloitua ylijäämä		1275,2	1267,3	1226,6	1323,6	1378,4	1386,5	1347,8

* Taulukon 5.4. mukainen allokoitujen päästöoikeusyksiköiden määrä. Hankeyksiköt eivät ole tarkastelussa mukana.

**Taulukon 5.4. mukainen allokoitujen päästöoikeus- ja hankeyksiköiden määrä. Hankeyksiköt ovat tarkastelussa mukana.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiategollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012l ja VM 2012

Liite 7. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä odotetulla skenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätös otetaan mukaan tarkasteluun

Odotettu skenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3247,1	3279,6	3312,4	3345,5	3378,9	3412,7	3446,9	3481,3
- Fossiilisilla polttoaineilla, TWh	1642,5	1650,8	1659,0	1667,3	1675,6	1684,0	1692,4	1700,9
CO ₂ -päästöt, MtCO ₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1078,3	1083,7	1089,1	1094,6	1100,0	1105,5	1111,1
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	291,0	292,5	293,9	295,4	296,9	298,3	299,8
- Muu teollisuus	501,1	503,6	506,1	508,6	511,2	513,7	516,3	518,9
Energiatehokkuusdirektiivi, MtCO ₂	0,0	-50,3	-100,5	-117,8	-134,8	-151,8	-169,0	-186,0
Päästöoikeusyksiköiden tarve, MtCO₂	1863,6	1822,6	1781,7	1773,9	1766,4	1758,9	1751,2	1743,8
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂	3594,6	1949,2	1911,8	1874,3	1836,9	1799,5	1762,0	1724,6
Hankeyksiköt, MtCO ₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Set aside, MtCO ₂	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	3656,3	2011,0	1973,5	1936,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	3481,3	1836,0	1798,5	1761,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
YLIJÄÄMÄ ENNEN SET ASIDEA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1792,8	188,3	191,8	162,2	132,3	102,4	72,6	42,6
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä	1981,1	2172,9	2335,1	2467,4	2569,7	2642,4	2684,9	2684,9
YLIJÄÄMÄ SET ASIDEN JÄLKEEN								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1617,8	13,3	16,8	-12,8	132,3	102,4	72,6	42,6
Kauppakauden kumuloituva ylijäämä	1631,1	1647,9	1635,1	1767,4	1869,7	1942,4	1984,9	1984,9

*Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö, mutta ei set aside -päätöstä.

** Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö ja set aside -päätös

Vuoden 2013 päästöoikeusyksiköiden tarjontaan on lisätty taulukon 5.7. toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloituva 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämä. Vuosien 2013–2020 tarjonnasta on vähennetty 420 miljoonaa päästöoikeusyksikköä 52,5 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012

Liite 8. Arvio kolmannen päästöoikeuskauppakauden päästöoikeusyksiköiden ylijäämästä taantumaskenaariolla, kun hankeyksiköiden käyttö, aikaiset kolmannen päästöoikeuskauppakauden huutokaupat, NER300-huutokaupat, energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotus ja 700 miljoonan päästöoikeusyksikön set aside -päätös otetaan mukaan tarkasteluun

Taantumaskenaario	Arvio III kauppakaudelle							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sähkön kokonaistuotanto, TWh	3247,1	3247,1	3230,9	3214,7	3214,7	3230,8	3263,1	3295,7
- Fossiililla polttoaineilla, TWh	1642,5	1642,5	1638,4	1634,3	1634,3	1638,4	1646,6	1654,9
CO ₂ -päästöt, MtCO ₂								
- Sähköntuotanto	1072,9	1072,9	1070,3	1067,6	1067,6	1070,2	1075,6	1081,0
- Muut kuin sähköntuot. polttolaitokset	289,6	289,6	288,8	288,1	288,1	288,8	290,3	291,7
- Muu teollisuus	501,1	501,1	499,8	498,6	498,6	499,8	502,3	504,8
Energiatehokkuusdirektiivi, MtCO ₂	0,0	-50,3	-100,5	-117,8	-134,8	-151,8	-169,0	-186,0
Päästöoikeusyksiköiden tarve, MtCO₂	1863,6	1813,3	1758,4	1736,5	1719,5	1707,1	1699,2	1691,5
Allokoidut päästöoikeusyksiköt, MtCO ₂	3594,6	1949,2	1911,8	1874,3	1836,9	1799,5	1762,0	1724,6
Hankeyksiköt, MtCO ₂	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8
Set aside, MtCO ₂	-175,0	-175,0	-175,0	-175,0				
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂*	3656,3	2011,0	1973,5	1936,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, MtCO₂**	3481,3	1836,0	1798,5	1761,1	1898,7	1861,2	1823,8	1786,4
YLIJÄÄMÄ ENNEN SET ASIDEA								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1792,8	197,7	215,1	199,6	179,2	154,1	124,6	94,8
Kauppakauden kumuloituvaa ylijäämää	1990,4	2205,6	2405,1	2584,3	2738,4	2863,0	2957,8	
YLIJÄÄMÄ SET ASIDEN JÄLKEEN								
Päästöoikeusyksiköiden ylijäämä	1617,8	22,7	40,1	24,6	179,2	154,1	124,6	94,8
Kauppakauden kumuloituvaa ylijäämää	1640,4	1680,6	1705,1	1884,3	2038,4	2163,0	2257,8	

*Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö, mutta ei set aside -päätöstä.

** Päästöoikeusyksiköiden tarjonta, jossa on huomioitu hankeyksiköiden käyttö ja set aside -päätös

Vuoden 2013 päästöoikeusyksiköiden tarjontaan on lisätty taulukon 5.7. toisen päästöoikeuskauppakauden kumuloituvaa 1607,9 miljoonan päästöoikeusyksikön ylijäämää. Vuosien 2013–2020 tarjonnasta on vähennetty 420 miljoonaa päästöoikeusyksikköä 52,5 miljoonan päästöoikeusyksikön tasavähennyksinä.

Muokattu lähteistä: Aatola ym. 2008b; Barclays Capital 2012c ja 2012d; CITL 2012; EEA data from CITL 2012; Deutsche Bank 2011b, 2012a ja 2012c; Energiateollisuus 2012; ENTSO-E 2012; Eurelectric 2005, 2007 ja 2009; Eurostat 2012; Euroopan komissio 2007, 2011d, 2012b ja 2012c; Flyktman ym. 2004; Nordel 2005–2007; Orbeo 2012c; PTT 2012; Tilastokeskus 2011; Thomson Reutersin Point Carbon 2012 ja VM 2012